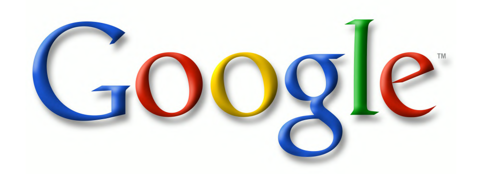
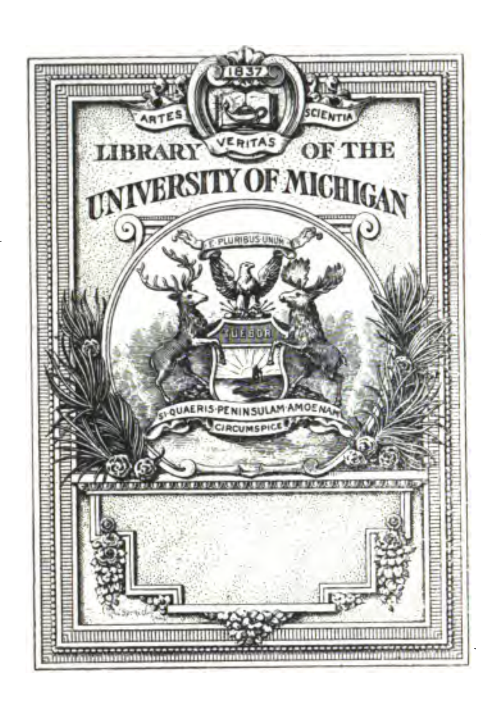
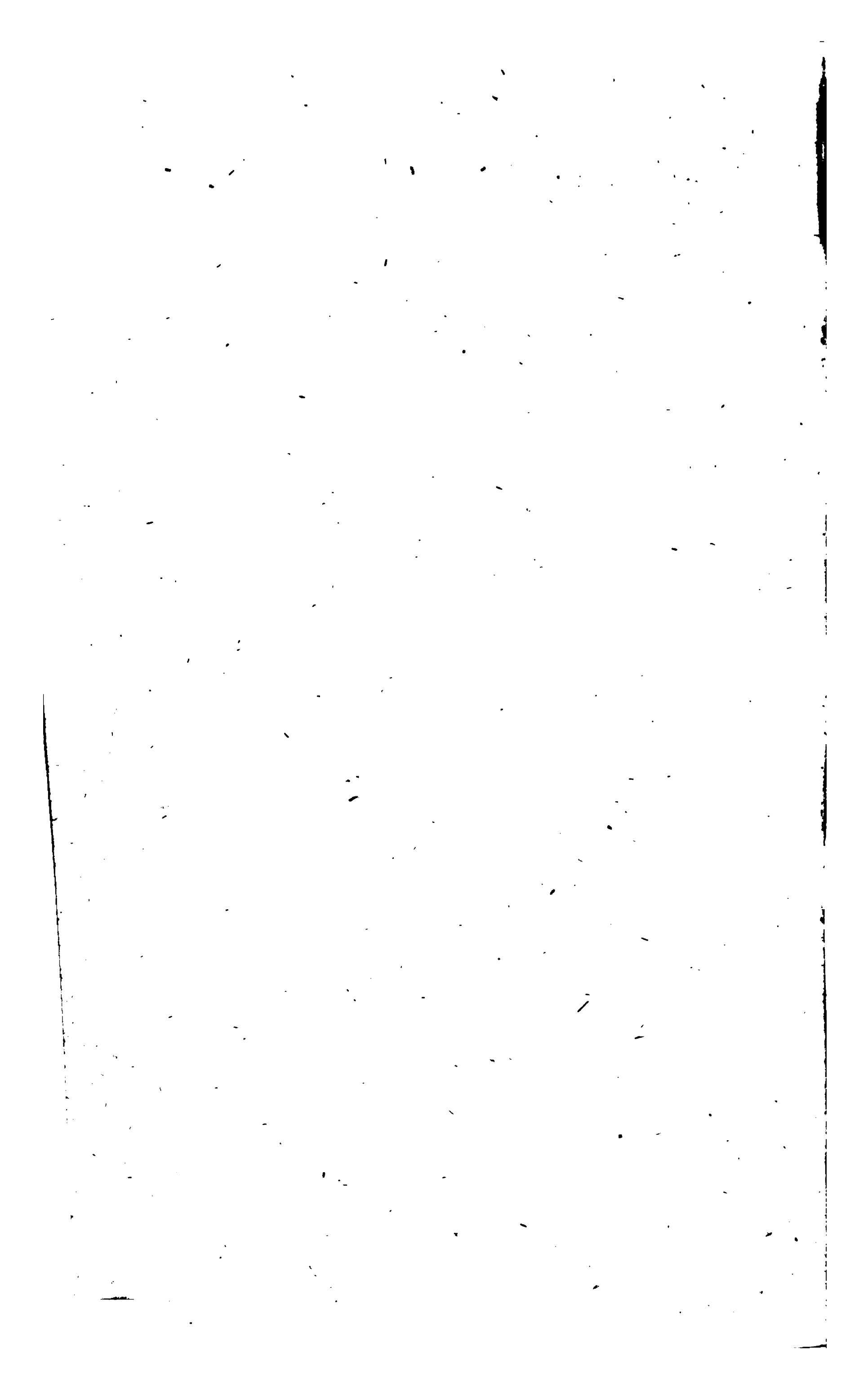
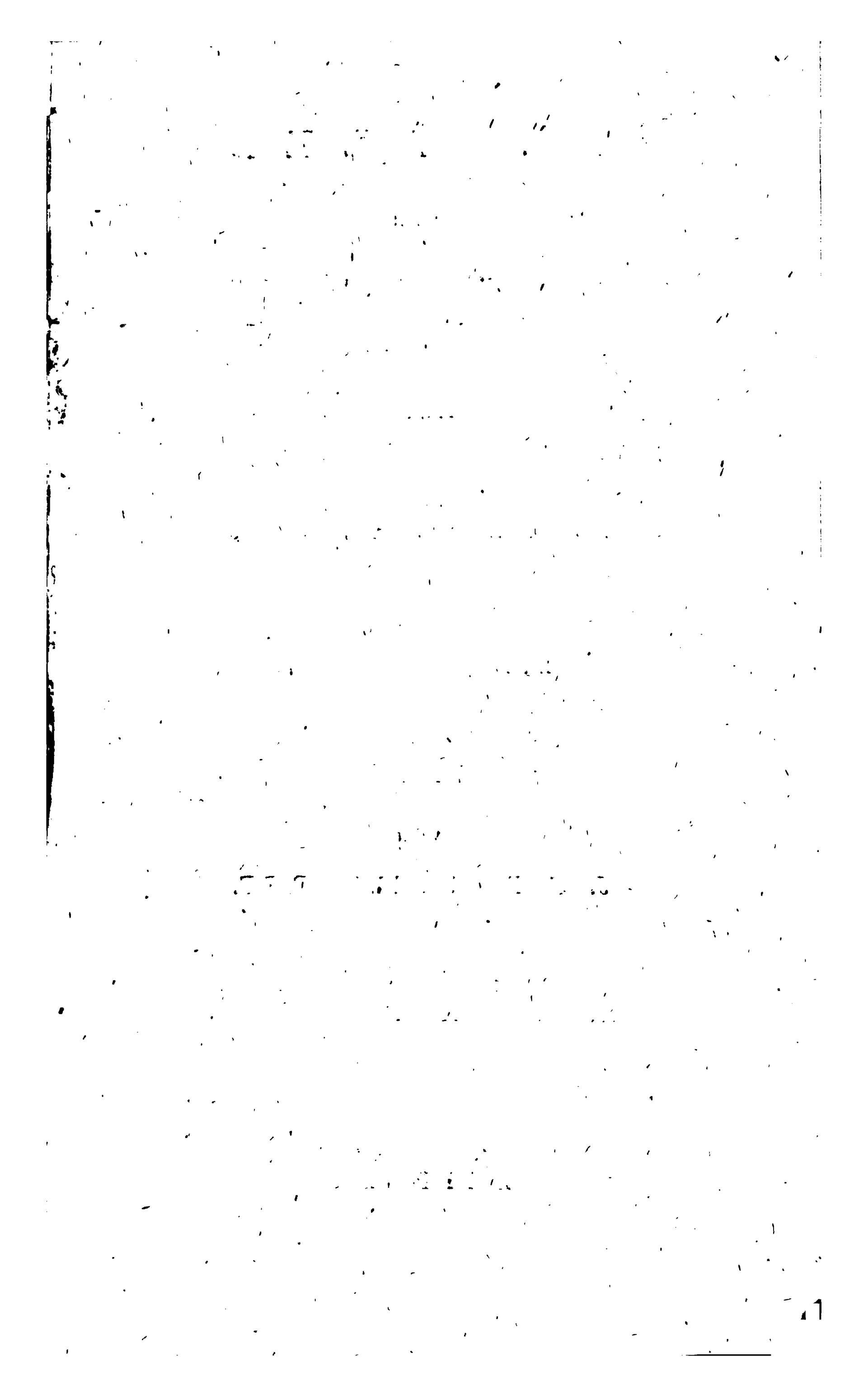



1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE





ANNALEN
DER
PHYSIK.

NACH L. W. GILBERTS TODE FORTGESETZT

UND

HERAUSGEGEBEN

ZU

BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

EIN UND ACHTZIGSTER BAND.

NEBST DREIZEHN KUPFERTAFELN.

LEIPZIG

VERLAG VON JOH. AMBROSIUS BARTH

1825.

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN

ZU

BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

FÜNFTER BAND.

NEBST DREIZEHN KUPFERTAFELN.

LEIPZIG
VERLAG VON JOH. AMBROSIUS BARTH
1825.

Inhalt

des fünften Bandes der Annalen d. Physik u. Chemie.

Erstes Stück.

Zweites Stück.

Drittes Stück.

Viertes Stück.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1825, NEUNTES STÜCK.

I.

Geognostische Bemerkungen über Holmestrands Umgegend;

von

M. Keilhau *).

Zwei Meilen südlich von *Drammen* führt die Landstrasse hinab gegen den *Sandefjord.* Man befindet sich in einem fruchtbaren Thale mit ebener Sohle von ¼ Meile Breite und nur geringer Erhebung über dem Meeresspiegel. In Osten liegt eine waldige, aus Granit bestehende Bergreihe, deren treppenartige, röthlich schimmernde Klippen die linke Einfassung des Thales bilden. Rechts wird das Thal von einem weitläufigen, nach Südwesten ausgedehnten Plateau begränzt, welches so steil in das Flachland am *Sandefjord* niederstürzt, dass der obere Theil des Gehänges ganz senkrecht abgeschnitten ist, während der untere Theil mit einer Steilheit abfällt, welche der aus Fichten und Laubholz gemischten Vegetation nur eben

*) Nach dem Manuscripte übersetzt von Dr. Carl Naumann.

noch Haltung gewährt. Die horizontale Thalsohle mit ihren Wiesen und Feldern, der steile finstre Waldabhang, und die senkrechte graue Felsenwand darüber bilden solchergestalt drei sehr stark markirte, unter scharfen Winkeln gegen einander abspringende Flächen, von denen eine jede die äussere charakteristische Begränzung einer eigenthümlichen Bildung darstellt. Tiefer Thon macht den Thalgrund aus; das Ausgehende von südwestlich einschiessenden Sandsteinschichten bildet das Waldgehänge, und die darüber aufsteigenden Abstürze gehören Porphyr, Mandelstein und Basalt an.

In südöstlicher Richtung verändert sich die Scene allmälig. Die Thalsohle sinkt unter das Niveau des Seespiegels, und der *Sandefjord* breitet sich über ihr aus. Die jähen Abstürze setzen in der anfänglichen Richtung fort, steigen aber tiefer herunter, so dass sich die Sandsteinzone in einen schmalen, zwischen den steilen Wänden und dem Fjordspiegel hinlaufenden Streifen verwandelt, und theilweis gänzlich verschwindet.

Der Granit, welcher den Fjord in Osten begränzt, läuft eine halbe Meile weit parallel mit der Westküste, zieht sich aber unmittelbar nach der Vereinigung des *Sandefjordes* mit dem *Christianiafjorde* zurück, und macht einer Inselgruppe Platz, die aus Kalkstein besteht, und nach ihren Formen ein mit dem Sandsteine übereinstimmendes Lagerungsverhältniss vermuthen lässt. Der südlichsten und grössten dieser Inseln gegenüber liegt *Holmestrand* auf dem schmalen Rande am Fusse der Porphyrabstürze.

Unter den Beobachtungen, welche sich beim ersten Eintritt in die Gegend anbieten, sind es vorzüglich zwei, welche sogleich auf ein Resultat zu führen scheinen. Zuerst läst sich in Bezug auf den Porphyr, Mandelstein und Basalt daraus, dass diese Gesteine in einem und demselben ununterbrochenen Gebirgstheile auftreten, ohne dass ihre Differenz, sie sey nun mehr oder weniger wesentlich, auch nur im Geringsten in den äusseren Formen angedeutet wäre, auf eine innere nahe Verwandtschaft derselben schliessen, zufolge welcher der von ihnen gemeinschaftlich gebildete Gebirgstheil als ein einzelnes Glied des grossen Felsgebäudes zu betrachten wäre. Nächstdem zieht die Regel unsre Aufmerksamkeit auf sich, welche das Einschiessen der geschichteten Gesteine beherrscht, und Veranlassung giebt, den Granit als die Unterlage für den Kalk der Inseln, diesen wiederum als das Liegende des Sandsteines, und endlich den Sandstein als die Basis oder die Stütze des aus Porphyr, Mandelstein und Basalt zusammengesetzten Massivs zu betrachten. Wie wenig sich auch diese Vorstellungen bei einer genaueren Untersuchung bewähren mögen, so können sie doch wenigstens zum Leitfaden derselben dienen; weshalb wir sie auch bei der Zusammenstellung der Thatsachen, die wir am gegenwärtigen Orte mitzutheilen gesonnen sind, nicht aus den Augen verloren haben.

Dicht bei Holmestrand, in dem auf der petrographischen Karte tab. I fig. 1 mit *a* bezeichneten Punkte steht zunächst am Fjorde ein feinkörniger, aus grauen, dicht zusammengedrängten Quarzkörnern und einer

schmuzig-gelben ochrigen, Thonmasse; bestehender Sandstein an, der in dünne, 20° bis 30° in hor. 5. S einschiessende Schichten abgesondert ist. Einige Metres von Fjord aufwärts wird er von Dammerde und Vegetation bedeckt; und das erste anstehende Gestein, auf welches man in der Richtung des Einschiessens gelangt, ist ein schwärzlich grauer Basaltporphyr, entweder mit dunkel lauchgrünen Augitkrystallen, oder mit einzelnen röthlichen Feldspathnadeln, oder auch mit beiden zugleich. Die Sphären, in welchen der Augit vorherrscht, verlaufen sich ganz allmälig in jene mit überwiegendem Feldspathe, und können nicht als bestimmte regelmäsig abgesonderte Räume bezeichnet werden; auch bemerkt man nirgends die geringste Tendenz zur Lager- oder Säulen-Bildung.

Höher auf am Gehänge, da wo der Postweg den letzten steilen Hügel erreicht, kömmt eine conglomeratartige Masse zum Vorschein. Kugeln und verschiedentlich gestaltete aus Nadelporphyr bestehende Klumpen von 1 Centimeter bis über 1 Decimeter Durchmesser erscheinen mehr oder weniger dicht zusammengehäuft innerhalb einer Basaltmasse, welche vollkommen der Hauptmasse jenes weiter unten anstehenden Porphyrs gleicht. Die Untersuchung der Punkte, in welchen dieser letztere dem Conglomerate Platz macht, zeigt, dass der Basalt zwischen den Kugeln gleichfalls nicht dem Raume nach vom Basalte des Porphyrs abgesondert ist, ausgenommen da, wo die runden Stücke so dicht zusammengehäuft sind, dass sie die Zwischenmasse zum Auskeilen nöthigen. Solchergestalt erscheint der Porphyr keineswegs vollkommen gegen das Conglomerat begränzt, und ihr beiderseiti-

ges Verhältnifs ist nicht das eines Lagers und seines Liegenden. Denn der Porphyr, welcher jenseit der conglomeratähnlichen Bildung wieder zum Vorschein kommt, ist augenscheinlich quer durch dieselbe hindurchgegangen, so weit das Gedränge der einzelnen Stücke zu einem solchen Durchgange Platz gestattete. Die Form für die Erstreckung des Conglomerates hat auch nicht die Eigenschaften eines Lagers, indem sie jenen Räumen gleicht, in welchen Augit und Feldspath abwechselnd vorherrschen, und somit gleichfalls als eine regellos begränzte Sphäre innerhalb des Porphyrgebirges anzusehen ist. Demnach ist kein zureichender Grund vorhanden, die conglomeratähnliche Masse unter den Porphyr einschiefsend zu denken.

Ein sichereres Resultat rücksichtlich der Aufeinanderfolge der Massen läfst sich von einer in nördlicher Richtung, aufwärts nach dem Gehöft *Gousen* fortgesetzten Untersuchung erwarten, wo man sogleich ein höheres Niveau gewinnt, und die Conglomeratbildung wirklich unter einer Basaltmasse mit Augitkrystallen und Feldspathnadeln verschwinden sieht. Noch etwas höher aufwärts begegnet man einer Bildung, die an Sandstein erinnert; ihre Farbe schwankt zwischen röthlichbraun, ziegelroth und fleischroth; bald gleicht sie Hornstein, bald ist sie fast erdig im Bruche; schwache Streifungen deuten auf eine Parallelstructur, deren Ebene gleichförmig mit den Sandsteinschichten am Fjorde einschiefst. — Aber auch diese Bildung ist weder scharf noch regelmäfsig vom Porphyr abgesondert; in ihrer Nähe verändert sich die basaltische Hauptmasse nach einer Richtung, deren Extrem an andern Orten rother Eisenthon ist, in welcher sie sich

aber hier dem Repräsentanten des Sandsteines assimilirt, ehe jenes Extrem erreicht ist.

Unglückerweise gestatteten die Verknüpfungen der verschiedenen Massen vom Seespiegel aufwärts bis *Gousen* keine andere, als eine ideale bildliche Darstellung. Eine solche findet sich tab. I fig. 2; *A* ist ein Enface, so wie es vermuthlich in einer Verticalebene durch die Streichlinie des Sandsteines zum Vorschein kommen würde, *B* ein Schnitt in der Vertikalebene des Fallens rechtwinklig auf *A* in der Linie *ab*, *C* einer dergleichen, rechtwinklig auf *A* in der Linie *cd*. Die kleinen spitzen Winkel bezeichnen den Feldspath, die stumpfen den Augit; das Uebrige wird aus dem Vorhergehenden verständlich seyn.

Ein gegen Norden heraustretendes Vorgebirge, Namens *Muulaasen*, bildet eine Bucht, nach welcher hin der Sandstein mit unverändertem Einschiessen fortsetzt; im *Muulaasen* selbst herrschen dagegen dieselben mit Augitkrystallen und Feldspathnadeln erfüllten Basaltmassen, wie unmittelbar bei *Holmestrand*. Die über die Sandsteinzone aufragende, ununterbrochen fortgesetzte Reihe von Abstürzen verliert sich zwischen den Gehöften *Reggestad* und *Snekkestad* in unregelmässige Bergformen; die Abstürze nehmen eine ganz unerwartete Richtung nach NO und verbinden sich mit jenem Vorgebirge. So geschieht es denn, dass der Sandstein in der erwähnten Bucht den Porphyr nicht nur auf der Seite trifft, nach welcher sich die Schichten einsenken, sondern auch auf der andern Seite, nach welcher sich die Schichten aufrichten.

Wofern nun in dieser letzteren Richtung ein bestimmter Contact zwischen dem Sandsteine und Por-

phyr Statt finden, und der Sandstein dabei seine regelmäſsige Parallelſtructur behaupten ſollte, ſo laſſen ſich die möglichen Lagerungsverhältniſſe nur auf folgende drei zurückführen:

1) Der Sandſtein bildet die Baſis des Porphyrs, und berührt denſelben entweder mit der Oberfläche einer einzigen Schicht, oder mit dem Ausgehenden mehrerer Schichten.

2) Der Contact zwiſchen Porphyr und dem Ausgehenden der Sandſteinſchichten findet in einer gegen den Horizont ſo ſtark geneigten Fläche Statt, daſs die Suprapoſition in eine Juxtapoſition übergeht.

3) Wenn dieſe Contact-Fläche — welche wir nicht nothwendig als eine Ebene, ſondern nur als die ſummariſche Lage aller Contact-Puncte zu denken haben, — aus der verticalen Lage in eine mehr und mehr, jedoch nach entgegengeſetzter Richtung geneigte Lage übergehen ſollte, ſo begreift man die Möglichkeit des dritten Falles, daſs ſich *Muulaaſens* Porphyrmaſſen mit jenen auf der Weſtſeite der Bucht ſogar *unter* dem Sandſteine vereinigen; wonach der Porphyr als Unterlage des Sandſteines und dieſer als eine keilförmige Maſſe zwiſchen dem Vorgebirge und den Maſſen der weſtlichen Abſtürze zu betrachten ſeyn würde.

Welches von dieſen Verhältniſſen iſt nun das wirkliche? Welche Beziehung haben die baſaltiſchen Geſteine des *Muulaaſen* zu den gegen ſie aufſchieſsenden Sandſteinſchichten? Die unmittelbaren Berührungspuncte laſſen ſich wegen Bedeckungen von Vegetation und Geröll nicht wohl beobachten; allein ganz nahe beim Porphyr finden ſich die Sandſtein-

schichten häufig entblöfst. Man bemerkt, dafs sie noch in aller Hinsicht unverändert sind, und dafs die Porphyrmasse in solcher Steilheit und zu solcher Höhe aufragt, dafs man den Sandstein sehr wohl unter ihr fortsetzend denken kann. Ist diefs wirklich der Fall, so müfste er, wofern der Contact in der Oberfläche der obersten Schicht Statt fände, unter der Porphyrmasse in Osten wieder zum Vorschein kommen. Allein diefs geschieht nicht. Auf der Ostseite des Berges sieht man keine Spur von Sandstein, sondern nur basaltische Gebilde, an welche sich einige Spuren des conglomeratartigen Gesteines und etwas Mandelstein anschliefsen.

Auf der Karte im Puncte *b* ist eine Klippe, welche uns das Profil tab. I fig. 5 entblöfst, dessen Fläche gehörig nach Westen verlängert in die Verticalebene des Einschiefsens der Sandsteinschichten fallen würde. Die ganze Klippe ist basaltisch, jedoch mit bedeutenden Varietäten, welche sich entweder in einander verlaufen, oder innerhalb gang- und lagerartiger Formen scharf von einander absondern. Die Masse dieser letzteren ist graulich schwarz, dicht, sehr fest, mit feinen Feldspathnadeln erfüllt, zwischen denen einzelne kleine Augitkrystalle erscheinen. Die Hauptmasse, welche von jener durchsetzt wird, ist aschgrau, uneben, von kleinem Korn, und strotzt theils von grofsen Augitkrystallen, theils von Kalkspath-Mandeln und Körnern. Obgleich die lagerartigen Massen nur eine geringe Ausdehnung und wenig Regelmäfsigkeit zeigen, so darf doch der Umstand nicht übersehen werden, dafs sie im Ganzen eine den Sandsteinschichten parallele Lage haben; wie denn auch

bemerkt werden muſs, daſs die ganze Oſtſeite des *Muutaaſen* eine Tendenz zu einer mit dem herrſchenden Einſchieſsen des Sandſteines übereinſtimmenden Abſonderung ſeiner Maſſe verräth.

Allein dieſe Tendenz äuſsert ſich noch weit merklicher auf der Nordſeite des Vorgebirges, wo die Felſenwand lothrecht in den Fjord abſtürzt, und ein Profil aufweiſt, von welchem tab. I fig. 4 einen Theil darſtellt. *a* iſt baſaltiſche Maſſe mit Mandeln, Kugeln und Körnern von Kalk, zwiſchen denen kleine Kryſtalle von Feldſpath und Augit in ſehr ſchwankendem Verhältniſs vorkommen; *b* eine lagerartige, bräunlichrothe, im Bruche faſt erdige Maſſe, welche jener bei *Gouſen* zu oberſt auf den Porphyr folgenden Bildung gleicht; ihr höchſtes Ausgehende ſcheint nicht aus dem Porphyr-Mandelſtein herauszutreten; c eine der vorigen ſehr ähnliche, aber mit kleinen Feldſpathkryſtallen erfüllte lagerartige Maſſe, deren höchſtes Ausgehende ſich in den Porphyr-Mandelſtein verläuft; *d* ſcheint gleichfalls eine lagerartige Maſſe zu ſeyn, deren Liegendes unter dem Fjordſpiegel verborgen iſt; ſie gleicht den Vorhergehenden, iſt jedoch etwas gröber und weniger conſiſtent; ſie ſchlieſst hier und da Kalkſpathmandeln ein, wird aber ganz vorzüglich merkwürdig durch die Neigung zu ſchaligen und nierenförmigen Abſonderungen in der Nähe des Hangenden, welche bei vollkommenerer Entwicklung wahrſcheinlich jene conglomeratartige Structur hervorrufen würde.

Alle dieſe Maſſen, in welchen der baſaltiſche Charakter mehr oder weniger verdrängt iſt, ſchlieſsen ſich entweder unmittelbar oder vermittelſt

mancherlei Uebergänge an die Porphyre und Mandelsteine an. — Aber sie verrathen auch noch einen anderweitigen Zusammenhang. Die Lager, welche sie bilden, haben eine so vollkommen übereinstimmende Lage mit den Sandsteinschichten, daſs sie in sofern recht wohl als eine Fortsetzung derselben angesehen werden könnten. Wenn es nun nicht ungewöhnlich ist, daſs aus dem Sandsteine Uebergänge in diese, zwischen Thonstein, Eisenthon und Hornstein schwankenden und mit den basaltischen Gesteinen verknüpften Gebilde Statt finden, so ist nichts wahrscheinlicher, als daſs die Lager *b* und *d*, und folglich auch *c* wirklich von Sandsteinschichten herstammen, welche, weil sie so weit aus ihrem eigenen Gebiete heraus in das des Porphyr-Mandelsteines dringen, die wesentlichen Züge ihres ursprünglichen Charakters mit einem andern, die umgebenden Maſsen beherrschenden Typus vertauschen muſsten. Ist dieſs richtig, so haben wir den Schlüſsel zur Erklärung der zwischen dem Sandsteine und den basaltischen Maſsen des *Muulaasen* obwaltenden Verhältniſse gefunden. Man vergleiche zu dem Ende das imaginäre Profil tab. I fig. 5; der unter dem Porphyr und Mandelstein so häufig zum Vorschein kommende Sandstein *a* muſs allerdings, wenigstens zum groſsen Theil, als die Unterlage des letzteren *b* angesehen werden; den Erscheinungen an *Muulaasens* Nordseite zufolge steigt er aber auch zugleich in die basaltischen Maſsen auf, um sich mit ihnen zu verschmelzen.

Hinsichtlich der Bedeutung des conglomeratähnlichen Gebildes verdient eine Erscheinung in der Nähe des Hofes *Snekkestad* erwähnt zu werden. Der Berg-

abhang ist in einer fast vertikalen, von N nach S streichenden Fläche entblöfst, auf welcher sich ein Enface darstellt, welches tab. I fig. 6 abgebildet ist. *a* Nadelporphyr mit aschgrauer basaltischer Hauptmasse, die auch Kalkmandeln von verschiedener Gröfse und Gestalt aufnimmt; *b* eine lagerartige Masse, bräunlichroth, feinerdig, mit etwas Anlage zum Schiefrigen, halbhart, voll feiner Feldspathnadeln; sie fällt vom Beobachter weg etwa unter 30° bis 40°; *c* eine quer durchbrochene Kugel, deren äufsere Masse eine Neigung zu concentrischer Absonderung zeigt, aber sonst ganz einerlei mit *b* ist, während nach dem Mittelpuncte hin ein Uebergang in Nadelporphyr Statt findet, dessen Feldspathkrystalle jedoch nicht die Länge erreichen wie in *a*, und dessen Hauptmasse dichter und dunkler ist. Die Lage der Nadeln steht in einem sehr auffallenden Zusammenhange mit der Ausdehnung des Lagers und mit den Umrissen der sphäroidischen Bildung.

Der *Vägaasen* zwischen *Fribergsviig* und *Falkensteen* ist ein Berg von ungefähr 150 Metres Höhe über dem Fjordspiegel, dessen steilster Abhang nach Norden gerichtet ist und in der Neigungslinie der Sandsteinschichten streicht. Befindet man sich auf dem Fjorde vor diesem Abhang, so bemerkt man schon von weitem eine lagerartige Absonderung seiner Massen. Der Punct *c* auf der petrographischen Karte bezeichnet die Stelle, wo sich ein Theil des Profiles vom *Vägaasen* so präsentirt, wie in Fig. 7 tab. I. *a* ist Sandstein in dünnen, 30° in hor. 3. SW einschiessenden Schichten; *b* lose Steinblöcke, welche die Beobachtung des unmittelbaren Contactes zwischen dem

Sandsteine und der aufliegenden Masse verhindern; *c*, *d*, und *e* sind mächtige Lager, die nicht sowohl durch die specifische Verschiedenheit ihrer Massen, als durch starke Absonderungsklüfte als solche bezeichnet sind. Allerdings zeigt auch die Gesteinsmasse bedeutende Differenzen; allein die Verbreitung derselben ist nur zum Theil mit der räumlichen Absonderung in Uebereinstimmung, indem gleichartige Massen in verschiedenen, und ungleichartige, jedoch stets in einander übergehende Massen in denselben Lagern auftreten. Alle Varietäten sind mit Porphyr und Mandelstein verwandt, aber der in der Regel herrschende basaltische Typus ist bedeutend zurückgedrängt, obgleich der Augit selten fehlt, der hier in schwarzen, oft sehr vollkommenen Krystallen erscheint. Er findet sich bald in einer dunkel schwärzlichgrauen, im Bruche unebenen Hauptmasse, die etwas leichter als Basalt, und wahrscheinlich gröfstentheils aus schwarzer Hornblende zusammengesetzt ist, bald in einem grünlichgrauen dichten Gebilde, das bei aller seiner Verschiedenheit von Perlstein und Pechstein doch die Vorstellung einer gewissen Verwandtschaft mit diesen Gesteinen erweckt. In der schwärzlichgrauen Masse kommen außser dem Augit auch Kalkspathkörner, Drusen von Bergkrystall, kleine Chalcedonkugeln und aus Chalcedon, Amethyst und Quarz gebildete Agatmandeln vor.

Derselbe Sandstein, welcher *Vägaasens* Profil angehört, setzt gegen Osten bis zu einer kleinen Landspitze fort, (*d* auf der Karte) welche *Valnästangen* genannt wird, und tab. I fig. 8 A im Grundrifs dargestellt ist. Der Sandstein *a* fällt 30° in hor. 4. SW.

Die Massen *b* bestehen insgesammt aus Basalt mit grossen, dicht aneinander gedrängten Augitkrystallen, der aber nirgends eine regelmäfsige Absonderung oder Säulenstructur wahrnehmen läfst. — *B*, *C*, *D*, *E* stellen gerade so viel von den verticalen Schnitten durch *cd*, *ef*, *eg* und *hi* dar, als sich an Ort und Stelle dem Auge jedes Beobachters unverhüllt darstellt. Man sieht, dafs eine und dieselbe, vollkommen stetige Masse zugleich *über* und *unter* dem Sandsteine liegt, während sie die Schichten desselben in einer verticalen Fläche abschneidet. Im Allgemeinen bemerkt man keine Veränderung weder am Sandsteine noch am Basalte, da wo sie einander berühren; nur in einigen Contact-Puncten erscheinen die Quarzkörner des ersteren inniger verbunden, so dafs der thonige Gemengtheil fast ganz verschwindet. Die Parallelstructur ist nicht im entferntesten verrückt, sondern eben so regelmäfsig, und die Schichtungsklüfte eben so wenig gebogen und geknickt in der Nähe des Basaltes, als in der gröfsten Entfernung von ihm.

Der Sandstein wird von einem Gange *k* durchsetzt, welcher 80° in hor. 8,6 SO einschiefst, eine ungleiche Mächtigkeit von 3 bis 5 Decimetres hat, und 1 bis 1½ Metre über den Sandstein hervorragt, mit welchem er in einer scharfen Begränzungsfläche in Berührung kommt. Die Gangmasse besteht bald aus einem körnig-abgesonderten, graulichen oder röthlichen Quarz, bald aus genau in einander gefügten scharfkantigen Porphyrstücken, welche ohne alles Bindemittel zu einer Art Conglomerat verbunden sind. In seinem Streichen nach SW wird dieser Gang gerade da, wo man wichtige Aufschlüsse erwarten könn-

te, von Vegetation und Dammerde bedeckt; denn ausser Basalt stehen an dieser Stelle einige sandsteinähnliche Kieselmassen an, welche von dem herrschenden Sandsteine sehr verschieden zu seyn scheinen.

Die aufsteigenden Enden der Sandsteinschichten, welche unter dem östlichen Fusse des *Vägansen* hervortreten, sind gegen *Löröe* gekehrt. Dort findet man ein aus bräunlich-rothem Eisenthon und Augitkrystallen bestehendes basaltartiges Gestein, in welchem die letzteren Krystalle so gross und gedrängt auftreten, dass sie fast die halbe Masse ausmachen; sie sind olivengrün, aber gewöhnlich nach aussen dunkelröthlichbraun, was von der sie umgebenden Eisenthonmasse herzurühren scheint. Auch Kalkspath findet sich nicht selten ein, doch häufiger unter der Form von Trümern, als von Mandeln.

Auf der Karte findet man die Höfe *Engnäs*, *Smörsteen* und *Braaten*; sie liegen auf einem etwa 2000 Metres langen Landstrich, von welchem Fig. 1 tab. II einen speciellen Grundriss darstellt. Das äussere, daselbst nicht ausgedrückte Relief, läst sich aus den beifolgenden Profilen abnehmen, welche auch einiges Licht über die innere Beschaffenheit des Felsenbaues gewähren werden.

1. Das Profil *A* (Fig. 1 u. 2) in der Vertikalebene des Fallens.

α) Sandstein, in Parallelmassen abgesondert, die meist über ein Decimeter mächtig sind. Er besteht aus grauen, feinen Quarzkörnern, welche so dicht zusammengedrängt sind, dass der thonige Gemengtheil nicht selten dem blossen Auge unsichtbar wird, ja zum Theil wirklich verschwindet, indem einige Schichten

die körnige Structur mit dichter von splittrigem Bruche vertauschen.

b) ein 8 bis 9 Decimeter mächtiges Lager von röthlichgrauem, splittrigem Quarz-Feldstein.

c) Porphyr mit eingesprengten krystallinischen Quarzkörnern und einzelen Feldspathkrystallen, und einer Hauptmasse, welche sich nur durch eine mehr fleischrothe Farbe von dem Quarz-Feldstein unter *b* unterscheidet.

d) Porphyr von dunkelaschgrauer, feinkörnigen bis dichter, sehr fester Hauptmasse mit eingesprengten Feldspathkrystallen; er läuft gangartig mit einer Mächtigkeit von 4 bis 5 Decimeter zwischen dem rothen Porphyr und dem Sandstein hin — fast wie ein Besteg. Bald ist er so scharf vom Nebengesteine getrennt, daſs sogar eine Absonderungskluft die Begränzungsfläche bezeichnet, bald verflieſst er mit demselben in raschem Uebergange, so namentlich recht auffallend mit dem rothen Porphyr und der Lagermasse von *b*.

Wie der Porphyr *c* gegen Osten begränzt ist, läſst sich nicht beobachten, da sich dorthin das Profil in das Meer senkt, und weiter südlich Gneus, Dammerde und Vegetation dasselbe bis zu seinem steileren Abfall bedecken. Jedoch erscheinen nicht weit von diesem letzteren Sandsteinschichten unter dem Schutte, die im Ganzen jenen in *a* gleichen, nur daſs sie Glimmer enthalten, dessen silberweiſse, nicht zusammenhängende Lamellen am häufigsten auf den Ablösungsflächen der Parallelmassen vorkommen. Die westliche Gränze des Porphyrs ist ungefähr mitten zwischen der Linie des Profiles an der Küste und dem Postwege (*a* Fig. 1) entblöſst; sie erscheint ziemlich

geradfortlaufend, schneidet die Streichungslinien des Sandsteines unter einem sehr spitzen Winkel, und wird in ihrem halben Verlauf durch den Porphyr *d* bezeichnet, der sich dort noch eben so verhält, wie im Profile selbst, jedoch so, dafs beide Porphyre senkrecht in den Sandstein fortzusetzen scheinen. Sowohl hier als überall innerhalb der Gränzen des Grundrisses ist das normale Einschiessen 30° in hor. 4 SW; eine Regel, von welcher nur unbedeutende Abweichungen Statt finden.

2. Das Profil *B* (Fig. 1 u. 3) in der Verticalebene des Fallens.

Der Sandstein in *A* setzt ununterbrochen fort bis *B*, wo er in *a* als grobsplittriger Quarz in mächtigen Parallelmassen auftritt. Weiter aufwärts nach *b* kommt die körnige Structur wieder zum Vorschein; zugleich mit ihr erscheinen Puncte von Thonmasse, so wie einzelne, weisse, feine Glimmerblättchen. Von *b* aufwärts bis zu der lothrechten Felswand *c* steht kein Gestein zu Tage an; indem alles mit losen Blöcken des basaltischen Porphyres und Mandelsteines bedeckt ist, welche beide die eben erwähnte senkrechte Felsenmasse constituiren. Augit scheint hier weniger häufig als gewöhnlich; auch findet sich keine Spur von Lagerstructur in der Felsenwand; die vorhandenen Ablösungen haben im Allgemeinen eine verticale Richtung, scheinen aber übrigens an keine besondre Regel gebunden.

3. Die Profile *C* und *D* (Fig. 1, 4 u. 5) in der Verticalebene des Fallens.

a) Bedeckung von Gneus, Dammerde und Vegetation. *b*) Schmuziggelber oft mürber Sandstein. *c*) Porphyr, ganz und gar wie der rothe mit Quarz-

körnern in *A*. Darauf Blöcke und endlich anstehende Felsenmassen von *d*) Porphyr und Mandelstein. Der Felsboden zwischen *A* und *C* ist grösstentheils unter Schutt verborgen, so dass der rothe Porphyr nicht unmittelbar von einem Puncte bis zum andern verfolgt werden kann; allein es ist kein Grund vorhanden, seinen ununterbrochenen Zusammenhang zu bezweifeln, selbst dann nicht, wenn man überall zunächst unter der obersten Schuttbedeckung auf Sandstein treffen sollte. Wir sehen also in diesen Profilen, was uns in *A* noch verdeckt war, nämlich die östliche Begränzung des Porphyrs. Letztere schneidet die Sandsteinschichten in einer Fläche ab, die ungefähr 80° in hor. 5. NO einschiesst, und einen unmittelbaren Contact vermittelt. Die Berührungsfläche erscheint in einigen Puncten zugleich als Ablösungsfläche, in der Regel aber ist der Sandstein sehr fest mit dem Porphyr verbunden, und sein Structur-Parallelismus bis da, wo er abgeschnitten erscheint, vollkommen erhalten. Die Verhältnisse zwischen dem Porphyr und Sandstein auf der andern Seite lassen sich nicht angeben; vielleicht sind es dieselben wie in *A*.

Schon in *D* ist der Porphyr weit mehr versteckt als in *C*; der Sandstein steigt höher und höher neben ihm auf, oder — was vielleicht richtiger gesagt ist — erscheint weniger weggerissen. Indessen leuchtet noch einmal die rothe Masse hervor, bevor man *Smörsteen* erreicht. Dann aber treten die basaltischen Porphyre aus ihrer Linie, und steigen bis zum Fjord hinab. Ob sie zunächst bei *Smörsteen* nur eine solche Bedeckung über dem rothen Porphyr und Sandstein bilden, dass diese unverändert mit einander darunter fortsetzen, läfst sich zwar vermuthen, aber nicht mit Sicherheit

entſcheiden. Weiterhin aber, etwa auf dem halben Wege nach *Hüusdalen*, iſt es völlig gewiſs, daſs die Combinationsverhältniſſe der drei zuſammenſtoſsenden Maſſen ganz anders beurtheilt werden müſſen. Die baſaltiſchen Porphyre, unter welche der Sandſtein, in vielen 1000 Metres Erſtreckung wie ein Liegendes unter ein Lager einſchieſst, dringen hier in denſelben Sandſtein unter der Form eines ſeigeren Ganges abwärts, deſſen Streichungslinie ungefähr rechtwinklig auf der ſo conſtanten Richtung des Einſchieſsens der Sandſteinſchichten iſt. So erſcheint das Verhältniſs wenigſtens an dem Puncte, wo es ſichtbar zu Tage tritt (in *EF* auf dem Grundriſſe).

4. Das entſprechende Profil *EF* Fig. 6. hat die Linie der Strandkante zur Baſis, ſo daſs die Sandſteinſchichten vom Fjorde aus en face erſcheinen, und beinahe in der Richtung ihres Streichens durchſchnitten ſind. Der Porphyr in *a* gleicht vollkommen dem Beſteg-Porphyr in *A*. In *b* ſieht man ihn wiederum, ſowohl ſeine Hauptmaſſe als die darin eingeſprengten Feldſpathkryſtalle von bleichgelber Farbe. Wegen einer ſehr niedrig liegenden, und daher nicht ſelten von der See beſpülten Grusbedeckung läſst ſich der Zuſammenhang zwiſchen *a* und *b* nicht wahrnehmen, und höher auf verhindern ein Chaos von Trümerblöcken, ſo wie die Mauern der Poſtſtraſse jede Beobachtung. In *c* erſcheint Sandſtein mit vollkommen geraden, unverrückten und unveränderten Parallelmaſſen, die ſcharf vom Porphyr abgeſondert ſind. Es ſcheint, als ob dieſer letztere ſehr bald an Breite zuzunehmen beginnt, während er ſich vom Fjorde entfernt. Die oben erwähnten Hinderniſſe

gestatten keine Beobachtung darüber, auf welche Art er aus dem gangartigen Raume heraustritt, und einen Gang und ein Aufliegendes zugleich bildet, so wie man auch nicht die Verhältnisse bemerken kann, unter welchen die Varietäten *a* und *b* mit dem Augitporphyre zusammenhängen.

Braaten liegt auf einer Terrasse, die sich vielleicht etwas über 50 Metres über dem Fjordspiegel erhebt, und deren Absturz gröſstentheils von einer parallel mit dem Strande, mitten zwischen *Braaten* und *Huusdal* hinlaufenden, steilen und nackten Felswand gebildet wird. Hier tritt wieder der rothe Porphyr auf, im starken Contraste gegen den dunkeln basaltischen Porphyr, mit welchem er hier zusammentrifft. Ihr gegenseitiges Lagerungsverhältniſs zeigt sich am besten von einem Standpuncte, wo die ganze entblöſste Felswand mit einem Blicke übersehen werden kann, z. B. unten am Wege oder auch am Fjorde. Da sieht man denn, daſs der rothe Porphyr von dem basaltischen wie von einer Schale bedeckt, und nur deshalb sichtbar wird, weil die Schale zum Theil weggerissen ist. Wo sich die zusammenhängende Masse der Schale, welche bis von den mit *D* und *F* bezeichneten Puncten des Grundrisses her fortgesetzt ist, unterbrochen zeigt, da hängen noch einzelne übriggebliebene Stücke derselben an dem Kerne (wenn ich mich so ausdrücken darf) fest, oder sie sind auch abgelöst und lehnen sich nur daran. Fig. 1 Taf. II ist ein Theil der Felswand vom Wege aus gesehen; *a* der rothe, *b* und *c* der basaltische Porphyr, und namentlich *c* ein loses rückständiges Stück des letzteren. Die übrigen speciellen Umstände wollen wir in

5. G Fig. 8 tab. II betrachten, welches ein Profil der in Fig. 7 en face gesehenen Felswand darstellt; a ist das daselbst mit c bezeichnete Stück Basaltporphyr. Es ist 3 Metres dick, enthält in seiner dichten, dunkelgrauen Hauptmasse kleine Augit- und Feldspathkrystalle, und wird durch eine offene, aber 1 Decimeter mächtige Kluft von b, einer gangartigen Masse getrennt, die ein ganz analoges Vorkommen mit dem Besteg-Porphyr in A zeigt, mit welchem sie auch in ihren inneren Eigenschaften übereinstimmt. Von dem losen Stück Basalt-Porphyr, welches im eigentlichen Sinne des Wortes das Hangende dieser Masse genannt werden kann, scheint sie nur durch grössere Feldspathkrystalle und durch die Abwesenheit des Augites unterschieden zu seyn. Sie hat eine Mächtigkeit von 3 bis 4 Decimeter, und ist im Liegenden von dem rothen Porphyr c theils scharf getrennt, theils allmälig in denselben übergehend. Allein ungeachtet der so innigen Verbindung mit diesem letzteren, richtet sich die Bestegmasse mit den noch rückständigen Theilen ihrer Erstreckung sowohl seitwärts als aufwärts ganz und gar nach dem anlehnenden Porphyrstücke.

Im Puncte d, ungefähr im Niveau von *Bräcken*, finden sich die drei Massen wiederum in einer solchen Lage beisammen, wie sie das Profil zeigt. Hier aber scheint das Besteg nicht sowohl ein trennendes, als ein verbindendes Glied zu bilden, indem die markirten Gränzen verschwunden sind, und sowohl in das Hangende als in das Liegende Uebergänge Statt finden, die zum Theil so vollkommen sind, dafs die Differenz zwischen dem unten liegenden rothen, und dem oben

liegenden basaltischen Porphyr successiv aufgehoben wird, ohne dass der an andern Orten constant zwischen beiden auftretende dritte Porphyr als ein eigenthümliches Glied der Combination zu erkennen wäre.

Denkt man das abgelöste Stück *a* ununterbrochen nach *d* fortsetzend, so erhält man ein Profil, wie es zum Vorschein kommen würde, wenn die Felswand in einer mit *G* parallelen Verticalebene durch *c* Fig. 7 geschnitten wird.

Der basaltische Porphyr in *d* Fig. 8 setzt über die Terrasse von *Braaten* fort, indem er sich zugleich mit dieser nach SW senkt; aber bald tritt er wieder in seiner gewöhnlichen Richtung und Höhe auf. Um den Punct *e* ist die Basaltmasse in einer nicht unbedeutenden Erstreckung mit verschiedentlich geformten, mehr oder weniger scharfkantigen Stücken von Nadelporphyr erfüllt; ein Verhältniss, welches dem Vorkommen des conglomeratähnlichen Gesteines südlich von *Holmestrand* zu entsprechen scheint. — Hinsichtlich der vermuthlichen weiteren Erstreckung des rothen Porphyrs nach SO sind keine Beobachtungen vorhanden; das Gehänge beginnt über *Huusdalen* minder steil zu werden, und ist mit dichtem Walde bedeckt.

Im Innersten des *Sandefjordes* findet man auf der Karte das Gehöft *Holm*. Hier tritt der Felsengrund mit einer über den Sandsteinschichten einschiessenden Masse hervor, deren quer durchbrochene Ausgehende beständig nach Osten gerichtet, und in einer bedeutenden Erstreckung ziemlich in der Nord-Süd-Linie zu verfolgen sind. Solchergestalt läuft diese Fels-

wand parallel mit der hohen basaltischen Felswand in Westen, von welcher sie, wenigstens ihren äussern Verhältnissen nach, ein Miniaturbild darzustellen scheint. Fig. 9 tab. II zeigt dieselbe im Profile, so wie sie zwischen *Holm* und dem Postwege ansteht; sie besteht aus einer Art Grünstein, dessen grünlichgraue, dichte Quarz-Feldstein-Masse Hornblendkrystalle eingesprengt hält, *b* ist Sandstein, der 30° — 40° in hor. 6. W einschiesst, und durch eine scharf markirte, mit seiner Structurebene parallele Auflagerungsfläche vom Grünstein getrennt ist. Dieser Grünstein wird wiederum von Sandstein bedeckt, wie man ungefähr 150 Metres weiter nach Süden bemerkt; die Auflagerungsfläche ist daselbst etwas uneben und bucklig, so dass die nächstfolgende sehr ebene Structurfläche im Sandsteine mehr oder weniger vollkommene Kugelsegmente abschneidet, deren Convexität den Concavitäten des Grünsteinporphyres entspricht. Jedoch ist es nur dieser Umstand, welcher die Ansicht von einem lagerförmigen Vorkommen des Porphyres modificiren könnte, denn im Ganzen richtet sich auch die Auflagerungsfläche im Hangenden nach der herrschenden Lagerung des Sandsteines.

Es liegen mehrere dergleichen Lager im Sandsteine, bevor die grosse Porphyrmasse erscheint, und es lassen sich nicht ohne Grund unter der mächtigen Bedeckung von Schutt noch mehrere als die vermuthen, welche wirklich sichtbar sind. Man vergleiche Fig. 10 tab. II, welche ein Profil vom Fjorde bis zur westlichen Einfassung des Thales in der Linie *fe* der Karte darstellt. — Wiewohl der porphyrartige Grünstein in *a* und *b* von den basaltischen Porphyren und Mandel-

steinen in c sehr verschieden scheinen könnte, so sind doch die Winke nicht aus den Augen zu verlieren, welche in den Lagerungsverhältnissen des Grünsteines gegeben sind.

In der Nähe von *Ramberg* und abwärts nach *Holmestrand* zeigt die basaltische Felswand grosse Mannichfaltigkeit. Ganz ohne Regel tritt bald Nadelporphyr, bald Basalt mit Augit, bald Mandelstein mit Drusen von Kalkspath und Bergkrystall auf; bald sind einige, bald alle Varietäten in einem und demselben Stücke vereinigt. Das durch sphäroidische und ellipsoidische Stücke von Porphyr und Mandelstein conglomeratähnliche Gestein schliesst sich unter gleichen Verhältnissen an die vorigen Massen an. Unter seinen Kugeln kommen einzelne vor, in welchen die Feldspathnadeln ein concentrisch kreisförmiges, und namentlich mit der Oberfläche derselben übereinstimmendes Arrangement beobachten.

Allein nicht alle diese Kugeln sind Porphyr oder Mandelstein; manche bestehen aus dem bräunlichrothen Thonsteine, welcher oft die Hauptmasse der *nicht* basaltischen Porphyre und Mandelsteine bildet, und zugleich an den mit Augiten erfüllten Eisenthon von *Löröe* erinnert. Dieser Thonstein hat einige Anlage zum Schiefrigen und zeigt in mehreren Kugeln concentrische Streifen und Farbennüancen, die mit der Oberfläche derselben übereinstimmen; — ein merkwürdiger Umstand, der ein Seitenstück zu der Concentricität der Feldspathnadeln in den Porphyrellipsoiden abgiebt. Hin und wieder bildet der Thonstein auch die Zwischenmasse der Ellipsoide, und verläuft sich durch Uebergänge in die basaltischen Gebilde.

Auf der andern Seite findet man aber auch einen Uebergang in den Sandstein, wie wir ihn schon bei Gelegenheit des *Muulaasen* besprachen. Das, was auf einen solchen Uebergang vorzüglich aufmerksam macht, sind gewisse Lager von einigen Centimetres Mächtigkeit oben in der Basaltwand, die eben so einschiessen, wie die Sandsteinschichten, und mit dem Lager *b* Tab. I Fig. 4 in der vordern Seite des *Muulaasen* identisch zu seyn scheinen. Vom Postwege aus kann man ein dergleichen Lager in der Nähe von *Ramberg* beobachten; ein andres findet sich in der sogenannten *Nordre Klev* bei *Holmestrand*, wo es en face hervortritt, und sich nach Norden auskeilt. Das erstere läset sich im Profile wahrnehmen, wenn man einige Metres vom Wege aufwärts steigt; grosse herabgestürzte Blöcke schliessen Theile desselben ein. Die Masse ist dunkel und schmuzig fleischroth, dem Bräunlichrothen sehr genähert; matt, ausgenommen in gewissen Lagen, bei welchen schimmernde Flecke sichtbar werden, die, bis auf die Intensität des Glanzes, denen ganz ähnlich sind, welche in einigen kalkhaltigen Eisenerzen beobachtet werden, wenn die Spathform des Kalkes sich bei einer starken Imprägnation mit Magneteisentheilen hervorarbeitet. Der Bruch ist nichts desto weniger uneben, und anscheinend eher erdig und zum Theil dicksplittrig, als blättrig; im Grossen Anlage zum Schiefrigen; die Härte ungefähr dieselbe wie beim Eisenthon. Diese Masse hat eine auffallende Aehnlichkeit mit jener bei *Gousen*, die in Hornstein übergeht; dasselbe ist auch hier der Fall, und giebt Anlass, die schimmernden Flecke als das Resultat einer Tendenz zur Feldspath-

bildung anzusehen. Der Uebergang in Hornstein geschieht jedoch nicht sowohl in den Lagern selbst, als vielmehr in gangartigen, mit ihnen unmittelbar zusammenhängenden Ausläufern, welche sich an manchen Stellen in solcher Menge vorfinden, und sich in solchen Richtungen erweitern und verschmälern, dass die Conglomeratform in der Combination der Basaltgebilde mit dem Thonhornsteine zum Vorscheine kommt. Hier geht eigentlich der Hornstein wiederum in Thonstein über; dabei geschieht es oft, dass der letztere von seinem Uebergange noch etwas reinen Kiesel in der Gestalt von Quarzkörnern übrig behält, während er zugleich weisse Glimmerblättchen aufnimmt. Dann sieht man einen rothen Sandsteinschiefer, welcher endlich bis in den grauen oder schmutziggelben gewöhnlichen Sandstein verfolgt werden kann.

Wenn der Sandstein unter die grosse basaltische Porphyr- und Mandelstein-Masse einschiesst und dieselbe unmittelbar berührt, so dürfte es wohl meistentheils in der Form eines rothen Sandsteinschiefers geschehen, wie es hier zwischen *Holmestrand* und *Ramberg* der Fall ist. Wie im *Muulaasen* beobachtet man auch hier die Knoten und Concentrationen, welche mit der Bildung des conglomeratartigen Gesteines in Verbindung zu stehen scheinen.

Dieser ganze Complex von Thatsachen lehrt, dass der Basalt, die Porphyre, der Mandelstein und die conglomeratartigen Gebilde in einer unzertrennlichen Gemeinschaft eine Gebirgsmasse bilden, die in der Liste der Hauptglieder des Norwegischen Felsenbaues als ein einziges Glied aufgeführt werden muss. Er belehrt uns zugleich über den Conflict dieser Masse

mit dem Sandsteine, und in wie fern man sagen kann, dafs dieser letztere jener zur Basis diene und sie unterteufe, oder nicht.

Kalk kommt nur sehr sparsam innerhalb des bisher betrachteten Gebietes vor. Wenn man den Kalkgehalt ausnimmt, welcher sich hier und da der Thonmasse zwischen den Quarzkörnern des Sandsteines beimengt, so findet er sich nur noch in denjenigen Gebilden, welche sich an den Basalt anschliessen, und zwar gewöhnlich in der Form von Mandeln und Gangtrümern. Seltener tritt der merkwürdige Fall ein, dafs er, wenigstens dem Augenscheine nach, mit der dichten Basaltmasse verschmilzt, und solchergestalt ein Mittelglied zwischen den basaltischen und Kalk-Bildungen darstellt, welche doch von allen am wenigsten vereinbar zu seyn scheinen. Man beobachtet ein solches Verhältnifs einige 100 Meter südlich vom Platze *Hverven*, auf der Gränze zwischen *Muulaasens* Porphyr und dem Sandsteine der von ihm landeinwärts gebildeten Bucht; (auf der Karte im Punkte *g*). Indem sich der Porphyr gegen die Sandsteinfläche herabsenkt, verschwinden allmälig die Augit- und Feldspath-Krystalle; die basaltische Grundmasse vertauscht ihre röthlichgraue Farbe mit einer bläulichgrauen; die Härte nimmt ab, und es bildet sich ein schwach schimmernder, im Bruche unebener oder flachmuschliger Kieselkalk aus, dessen Pulver mit Säuren brauset; er führt Trümer und Gänge von Kalkspath und Chalcedon und tritt wahrscheinlich in unmittelbare Berührung mit den Sandsteinschichten. Wenn Kalk-

ſtein und nicht Sandſtein an die baſaltiſchen Gebilde ſtieſse, ſo könnte der in dieſen letzteren vorhandene und gegen die Gränze ſo ſtark zunehmende Kalkgehalt eine Folge der Nachbarſchaft ſcheinen; da aber das umgekehrte Verhältniſs Statt findet, ſo hat dieſe Verbindung des Baſaltes eher den Schein einer freien Wahl und Verwandſchaft als eines nothwendig bedingten Verhältniſſes.

Als ſelbſtſtändiges Geſtein erſcheint der Kalk auf den Inſeln vor *Holmeſtrand*. Dieſe beſtehen nämlich aus einem grauen Kalkſteine, welcher bald kryſtalliniſch-körnig bald dicht im Bruche iſt; am häufigſten kommt jedoch der aſchgraue, ſchwachſchimmernde von feinem Korne vor, aus welchem Uebergänge einerſeits in graulichſchwarzen, dichten, feinſplittrigen und flachmuſchligen Kalkſtein, andererſeits in blaulichgrauen und gelblichgrauen, ſaliniſchen Marmor Statt finden. In einer dritten Richtung macht ſich der eigenthümliche Geruch des Stinkſteines kenntlich, während zugleich deſſen braune Farbe in einer aſchgrauen und rauchgrauen Färbung angedeutet iſt; man ſieht eine bituminöſe Kalkſtein-Varietät, von bald dichter, bald körniger, ja ſogar grobkörniger Textur. Alle dieſe Varietäten des Kalkſteines umſchlieſsen einen ſeltenen Reichthum von Verſteinerungen, namentlich der älteſten bekannten Thiergeſchlechter, und wechſeln mit einander in Lagern, die 20° bis 40° in SW einſchieſsen.

Von fremdartigen Lagern kommen nur wenige im Kalkſteine der Inſeln vor. Der ſchwärzlichgraue dichte Kalk hält gern viel Thon, zu welchem ſich oft ein ſo bedeutender Antheil Kieſel geſellt, daſs das Ganze

nicht länger Kalkstein genannt werden kann. Es geschieht sogar, dass Lager dieser Art den Kalk aus ihrer Masse in dem Grade verdrängen, dass sich krystallinische Kiesel - Minerale und namentlich Hornblende und Feldspath in ihr ausscheiden; die Masse ist dann entweder von einer sehr feinkörnig - granitischen oder von einer porphyrartigen Structur, graulichschwarz, grünlichgrau, und von einer solchen Beschaffenheit, dass sie in vielen Fällen dem Basalte gleicht. — Auf der Nordost - Seite von *Langöe* (Punct *h* auf der Karte) sieht man ein merkwürdiges Lager der hierher gehörigen Grünstein - Masse. Ungefähr ¼ Meter mächtig liegt es auf eine weite Strecke vollkommen parallel zwischen den Kalkschichten, bildet aber zuletzt ein Knie, setzt einige Meter weit schräg in das Liegende hinein, und wirft sich dann wieder in regelmäfsig parallele Lage, in welcher es auch wie früher, jedoch mit einer etwas verschmälerten Mächtigkeit fortsetzt. Da die Schichten in einem fast verticalen Enface hervortreten, so erhält dieses Lager im Durchschnitt die Form eines Z, dessen parallele Theile sehr verlängert und dessen Winkel gröſser als 90° gedacht werden müssen. Man könnte diese Grünsteinsmasse auch als ein Paar Lager darstellen, von welchen das eine von SO das andere diesem entgegen von NW her streicht, und welche, da sie nicht zwischen denselben Kalk - Parallelen gelegen sind, diese gangförmig durchsetzen müssen, um sich zu vereinigen.

Das Ueberraschende in einer solchen Erscheinung verschwindet zum Theil durch den Umstand, dass sich dieselben Massen, welche mehr oder weniger fremdartige Lager im Kalksteine bilden, nicht selten in den

wirklichen Gängen wieder erkennen lassen, die zumal ausserordentlich häufig auf Langöe vorkommen. — Ausser Kalkspathtrümern und einzelnen Flussspath-Klüften trifft man nämlich grössere, mehrere Decimeter mächtige Gänge, welche seiger und in ganz verschiedenen Richtungen durch die Kalkschichten setzen. Ihre respectiven Massen differiren zwar gegenseitig bedeutend, lassen jedoch am öftersten Hornblende und Feldspath entweder als deutlich ausgeschiedene Krystalle, oder als eine mehr in das Dichte versunkene Masse erkennen. Die mächtigsten pflegen auch die meist krystallinischen zu seyn. Fig. 11 tab. III ist ein Grund- und Seiger-Riss von vier dergleichen Gängen, von welchen wenigstens drei rücksichtlich ihrer Masse identisch sind. Sie befinden sich zwischen dem westlichen Landungsplatze (*Baadsplads*) und dem Bauerhofe auf *Langöe* (*i* auf der Karte); die Kalkschichten streichen dort hor. 10. und fallen 20° bis 30° in SW; die Gänge *a*, *b* und *c* streichen hor. 12. und sind seiger, ihre Masse ist Grünstein mit eingesprengtem Eisenkies; der Kalk ist in der Nachbarschaft körnig, voll von Versteinerungen und im Contacte mit den Gängen gänzlich unverändert, welche letztere oft die Versteinerungen unmittelbar berühren. Der Gang *c* ist über ein halbes Meter, *b* und *a* etwas weniger mächtig. Die gangförmige Masse *d* streicht mit kleinen localen Abweichungen ungefähr so, wie die Kalkschichten, ist seiger und von einer um 2 Meter schwankenden Mächtigkeit, indem ihre Begränzung nicht, wie die der Gänge *a*, *b* und *c* durch vollkommen ebene und überall parallele Flächen bestimmt wird. Das Gestein ist eine feinkörnige Concretion von Horn-

blende und Feldstein, in welcher häufige grünliche und gelblichweisse Feldspathkrystalle porphyrartig ausgestreut sind. Die Aehnlichkeit mit gewissen Porphyr-Varietäten in den über dem Sandsteine aufragenden Massen ist nicht zu verkennen.

Die normale Gangform, in welcher diese durch Hornblende und Feldspath charakterisirten Bildungen im Kalksteine auftreten, ist bedeutenden Modificationen unterworfen. 100 oder 200 Meter in Südost von jenem auf der Karte mit *i* bezeichneten Puncte trifft man auf dem flachen Strande von *Langöe* eine in dieser Hinsicht merkwürdige Porphyrbildung an, von welcher tab. III fig. 12 einen Grundriss darstellt. *a* ist ein an Versteinerungen reicher Kalkstein, dessen Schichten sich gegen *b*, einen Porphyr von dichter schwarzer Hauptmasse mit weissen Feldspathnadeln und kleinen Hornblendkrystallen abstossen; innerhalb der Linien *c* und *d* ist dieser Porphyr sehr auffallend lichter gefärbt; *e* sind Kalkspathtrümer (Schnuren) welche sowohl den Porphyr als den Kalkstein durchsetzen; *f* ist der Fjord.

Diese Hornblend-Feldspath-Bildungen im Kalke geben eine dunkle aber doch nicht zu übersehende Hinweisung für die Ansicht über die grösseren Combinationen des hiesigen Felsenbaues, wenn man dabei ein im Porphyr, Mandelstein und Basalt auftretendes Gangphänomen berücksichtigt, welches oben nicht erwähnt worden ist. Am *Muulaasen*, an den Abstürzen zwischen *Holmestrand* und *Ramberg* und an mehreren Orten sieht man hier und da seigere, paarweis parallele Fissuren und Demarcationen, welche ½ bis 1 Meter von einander abstehen, und eine von

den basaltischen Porphyren und Mandelsteinen mehr oder weniger, zuweilen aber so wenig verschiedene Masse umschliessen, dass die Fissuren kaum eine andre Bedeutung als die von Ablösungsklüften behalten. In manchen Fällen dagegen ist die umschlossene Masse von der umschliessenden so verschieden, dass jene Demarcationen Gänge oder doch wenigstens eine Tendenz zur Gangausscheidung bezeichnen. Und gerade solche Gangmassen sind es, welche eine bedeutungsvolle Aehnlichkeit mit den im Kalke der Inseln auftretenden Gängen zeigen. Der Augit weicht in ihnen der Hornblende. Sie bilden eine eigene Gangformation, welche zwei sehr differenten Hauptgliedern des Felsgebäudes angehören, und, inwiefern ihre Bildung von diesen Hauptgliedern abhängig war, auf einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen ihnen hinweisen.

Die übereinstimmenden Lagerungsverhältnisse lassen eine mehr directe Verbindung zwischen Kalk und Sandstein vermuthen. Allein ausser dem Einschiessen selbst bieten die Inseln in dieser Hinsicht kein weiteres Factum dar, indem der Sandstein auf ihnen gänzlich fehlt. Erst aufwärts im *Sandsthale*, oberhalb *Sandes* Kirche findet man beide Formationen beisammen, nämlich den Kalkstein nordöstlich, den Sandstein südwestlich im Thale, beide 20° bis 30° in hor. 5 bis 6 W einschiessend. Vom Hangenden nach dem Liegenden kann man eine Uebergangs-Suite verfolgen, welche zwischen dem Pfarrhofe und *Vetsrud* mit einem sehr grobkörnigen Sandsteine beginnt; die Quarzkörner sind theils abgerundet, theils eckig, grösser als Erbsen, mit einer bräunlichen oder ocker-

gelben Zwischenmasse. Unter diesem Sandsteine folgt in der Richtung auf *Holtebroe*, oder ungefähr in der Diagonal-Richtung zwischen Streichen und Fallen, als in welcher allein Beobachtungen möglich waren, ein dickschiefriges Kieselgestein, welches nur derselbe bis zur Dichtigkeit zusammengesunkene grobkörnige Sandstein zu seyn scheint; weiterhin in derselben Richtung nimmt dieses Gestein Kalk auf, noch weiter zieht sich die Kieselerde allmälig zurück, und endlich steht grauer Versteinerungskalk und feinkörniger dunkler Marmor an. Indess ist es wahrscheinlich, dass der Uebergang nicht überall gleich vollständig ist, und dass es locale, grössere oder kleinere Lücken giebt, welche die Stetigkeit desselben unterbrechen.

Diese Thatsache, dass Kalk das Untenliegende, und Sandstein das Aufliegende bildet, so wie dass Zwischenglieder die Differenz beider Gesteine ganz oder zum Theile aufheben, scheint ihre gegenseitigen Verhältnisse hinlänglich aufzuklären.

Nirgends tritt der Granit so nahe an die westlichen Abstürze, als beim Gehöft *Holm*, wo er sich ganz unerwartet nicht mit Kalk sondern mit Sandstein im Contacte findet. Verlängert man in der Linie *fe* auf der Karte das auf tab. II angeführte Profil fig. 10 in gleicher Richtung nach Osten, so erhält man das Supplement fig. 11 (auf derselben Tafel), in welchem *a* einen hornsteinartigen durch sehr zurückgedrängtes Thon-Bindemittel ausgezeichneten, 20° bis 30° in hor. 4,2 SW einschiessenden Sandstein bezeichnet; *b* ist Granit aus dunkel fleischrothem Feldspathe, etwas

unregelmäſsig nach der Streichungslinie des Sandſteines in die Länge fortſetzend, aber ſeiger ſtehend; in der Nachbarſchaft dieſer Granitmaſſen kommen kleinere granitiſche Adern und Klüfte (*Spring*) im Sandſteine vor. *c* iſt Granit wie *b*, nur grobkörniger, und zum Theil durch einzelne groſse Feldſpathkryſtalle porphyrartig; er erſcheint über Tage als eine mit dem öſtlichen Terrain des *Sande*thales und *Sandefjordes* in ununterbrochenem Zuſammenhange ſtehende Maſſe. Vegetation und andere Bedeckung verhindern jedoch die Beobachtung der eigentlichen Contact-Verhältniſſe mit dem Sandſteine. Vorzüglich problematiſch iſt das Vorkommen der iſolirten Granitmaſſe *b*; will man ſie als einen aufragenden Theil der unter dem Sandſtein fortſetzenden groſsen Granitmaſſe betrachten, ſo bleibt der Umſtand auffallend, daſs ſich die Lage der Sandſteinſchichten überall ganz unverändert behauptet, ſo daſs die iſolirte Granitmaſſe in dieſer Hinſicht ohne allen Einfluſs auf dieſelbe geweſen wäre. Sollte vielleicht die groſse Granitmaſſe die herrſchende Lagerung des Sandſteines überhaupt gar nicht beſtimmt haben? Iſt ſie vielleicht gar nicht die Baſis des Sandſteines? —

Glücklicherweiſe hat die See ganz in der Nähe einige Klippen entblöſst, welche dieſe zweifelhaften Verhältniſſe aufzuklären vermögen. Das kleine Vorgebirge, in welches die Linie *fe* auf der Karte ausläuft, zeigt gegen *Engnäs* eine nackte Felſenwand, die mit ungefähr 50° Neigung in den Fjord niedergeht. Auf ihr ſieht man, wie Sandſtein und Granit zuſammentreten und eine Verbindung bewerkſtelligen, welche am leichteſten mittels einer bildlichen Darſtellung

aufgefasst werden kann. Tab. II. fig. 12 ist eine Oberflächen-Zeichnung des instructivsten Theiles jener Felswand. *a*) Granit aus dunkelrothem Feldspathe und sehr wenig schwarzem Glimmer bestehend; der Granit in den auslaufenden Adern und Klüften (*Spring?*) besteht aus einem etwas lichteren Feldspathe ohne allen Glimmer, *b*) Grauer und röthlichgrauer Quarzsandstein, dessen Bruch das Mittel zwischen dem Splittrigen und Unebenen von schiefriger Absonderung hält; er giebt beim Anhauchen etwas Thongeruch und umschliesst einzelne feine Glimmerblättchen; er ist in sehr regelmäsige Parallelmassen getheilt, die gewöhnlich mehrere Decimeter Mächtigkeit haben und etwas über 20° in hor. 4 SW einschiessen. Der Granit und Sandstein sind mehr oder weniger innig verwachsen, doch ist die Demarcationslinie zwischen beiden scharf; das eine Gestein scheint im Contacte ohne allen modificirenden Einfluss auf das andere gewesen zu seyn, und die Parallelstructur des Sandsteines erhält sich ganz unverändert bis unmittelbar an den anstossenden Granit, in welchem nicht die geringste Structur im Grossen, und keine Spur von einer bestimmten Absonderung zu erkennen ist.

Das Lagerungsverhältniss ist sehr verwickelt. Ein verticaler Schnitt in der Linie des Einschiessens (*cd* Fig. 12) zeigt uns auf tab. II. fig. 13, dass der Granit, so weit man an diesem Punkte sehen kann, den Sandstein unterteuft, so dass die Contactfläche der Structur-Ebene des Sandsteines parallel läuft. Allein etwas weiter oben ist diese Contactfläche senkrecht auf den quer abgeschnittenen Sandsteinschichten, und der Granit zeigt sich überhängend, wie es die 14te Fi-

gur (ein Profil durch *ef* in Fig. 12) darstellt. Noch weiter aufwärts und oberhalb des Bereiches unsers Grundrisses, etwa 8 Meter von *ef*, erhält man einen dritten Verticalschnitt in der Richtung des Einschiessens, Fig. 15, in welchem die grosse Granitmasse *a*, so weit die Beobachtung sie abwärts verfolgen kann, ebenfalls überhängend erscheint. Hier vermehren lager- und gang-artige Granitadern *b* die Verwicklung noch mehr, machen es jedoch wahrscheinlich, dass auch die oben erwähnte isolirt aufragende Masse, welche in Fig. 11 mit *b* bezeichnet ist, ein ähnlicher Ausläufer des Granites sey. Zwar ist keine Thatsache vorhanden, die eine sichere Entscheidung gewährte, welches von beiden Lagerungsverhältnissen des Granites, ob das der Anlehnung oder das der Unterteufung als das eigentliche und vorherrschende zu betrachten sey; allein als ein sicheres Resultat geht hervor, dass der Granit im Ganzen nicht als Basis des Sandsteines betrachtet werden kann, und dass die Lage der Parallelmassen dieses letzteren durch andere Verhältnisse als durch die dargebotene Oberfläche des Granites bestimmt wurde. Im Gegentheile scheint eher des Granites Begränzung, da, wo die Contactfläche der Structurebene des Sandsteines parallel läuft, durch den Sandstein bestimmt worden zu seyn, als umgekehrt.

Es läfst sich wohl voraussehen, dass das Phänomen, aus welchem wir diese Resultate zogen, doch noch von Vielen als eine zufällige Abnormität betrachtet werden dürfte, auf welche sich kein hinlänglich sicherer Schluss gründen liesse. Eine fortgesetzte Untersuchung mag aber beweisen, dass gerade solche Verhältnisse zu den normalen gehören, und wir wer-

den sogleich ein Seitenstück zu der erwähnten Combination betrachten.

Gleichsam um zu zeigen, in welchem Zusammenhange der Kalkstein der Inseln mit dem Granite steht, tritt ein kleines Stück des Kalkterrains auf dem östlichen Ufer des *Sandefjordes* dicht bei der Insel *Kummeröe* auf. An und für sich selbst ist es wohl in keiner Hinsicht wesentlich von dem Kalksteine der Inseln verschieden; es ist derselbe graue, dichte Versteinerungskalk, derselbe graue und weisse gleichfalls versteinerungshaltige Marmor; ferner Kieselkalk, Kalkkiesel und Bildungen, in welchen Kiesel und Thon den Kalk zurückdrängen; das Alles lagerförmig geordnet mit einem um 15° schwebenden Einschiessen in hor. 4 SW. Eben so sieht man dieselben Grünstein-Bildungen bald in regelmässiger Gangform, bald in kurzen, rhomboidalen eingekeilten Massen. Nur dürften hier sowohl diese, als die kieselreichen lagerförmigen Gebilde etwas häufiger und inniger mit dem Kalke verwebt vorkommen, als auf den Inseln. Als Beispiel kann eine Schichtenfolge angeführt werden, deren Profil tab. III fig. 1 so dargestellt ist, wie es in einer senkrechten Bruchfläche durch die Linie des Einschiessens unmittelbar über dem Wellenschlage zum Vorschein kommt, (*k* auf der Karte). *a*) sehr harter Kalkkiesel mit abwechselnden, grünlichgrauen und schwärzlichgrauen, schnurgeraden Bändern; *b*) derselbe mit dünnen Lagen oder Streifen von bläulichgrauem, körnigem Kalksteine; *c*) gelblichweisser, lockerer körniger Kalkstein mit Entrochiten, und mit schmalen, unvollkommen lagerartigen Streifen von Kieselbildungen, die hier minder hart, aber

mehr kalkhaltig sind; *d*) graulichweisser, körniger Kalk mit Entrochiten, von mehrern und zum Theil mächtigeren Kieselkalk- und Kalkkiesel-Streifen und lagerartigen Massen durchzogen.

Geht man nordwestlich weg vom Gehöfte *Grönsand* um die Granitgränze aufzusuchen, so gelangt man bald in ein kleines Thal, dessen nordöstliches Gehänge von steilen Granitwänden gebildet wird, während das Gegengehänge dem Kalkterrain angehört. In der Thalsohle ist kein Gestein anstehend, und es würde sonach vergebens scheinen, hier Aufklärungen über die Contact-Verhältnisse zu suchen, wenn nicht ein groser Ausläufer vom Granit-Terrain in das Gebiet des Kalkes herüber dränge. Das Verhältnifs wird sich mittels eines Profiles auffassen lassen, welches in Fig. 2 tab. III dargestellt ist. *a*) das Granitgebiet; *b*) die mobile Bedeckung der Thalsohle; *c*) und *d*) die Schichten des Kalkterrains mit zwei Granitpartien, welche sich in ihrer Fortsetzung in das Thal hinaus zwischen dem Kalke auszukeilen scheinen, während sie in entgegengesetzter Richtung zusammentreten und den Kalk zum Auskeilen nöthigen; ihre gemeinschaftlich-vereinigte Masse hängt im oberen Ende des Thales mit dem Granit in *a* zusammen *).

Das wesentliche Verhältnifs des Contactes ist am vollkommensten in der Partie bei *c* (der vorigen Figur)

*) Das Profil ist bis zum Meere in der Linie *kl* auf der Karte fortgesetzt, so dafs *e* die mobile Bedeckung bezeichnet, welche die Beobachtung des Contactes zwischen der Granitmasse *d* und dem Kalkterrain *f* verhindert. Das Profil tab. III fig. 1 findet sich in *g*, welcher Punkt auf der Karte mit *k* bezeichnet ist.

wahrzunehmen, welche fast vertical abgeschnitten ist, und sich en face in Fig. 3 *A* tab. III darstellt. *a*) weisser, feinkörniger Kalk, in welchem deutliche Petrefacten kaum vorhanden seyn dürften; *b*) grüne dichte Granat-Masse mit einzelnen Aussonderungen von Granatkrystallen; *c*) Granit, aus dunkelrothem, grobkörnigem Feldspathe bestehend, ohne Glimmer und Quarz; *d*) Kieselkalk mit Quarzmasse zu einem dichten splittrigen Gesteine verbunden, welches mit schmalen Kalkstreifen abwechselt; *e*) körniger Kalk mit dünnen Lagen des vorher genannten Kieselgesteines. — Schneidet man dieses Enface durch die Linie *πϱ*, so erhält man das Profil. Fig. 3 *B* tab. III.

Bei fortgesetzter Untersuchung der Contact-Verhältnisse bis zum Strande beim Hof *Bäkke* — von *Grönsand* etwa 1000 Meter entfernt — findet man, dass der Granit überall lagerartige, gangförmige und allerlei unregelmässige Verzweigungen in das Kalkterrain aussendet, dass selbst ganz isolirte Granitmassen darin vorkommen. Ferner überzeugt man sich, dass das Streichen und Einschiessen der Schichten nicht mit der Lage der Contactpuncte übereinstimmt, und dass die lagerartigen Ausläufer des Granites nicht zu dem Schlusse berechtigen, die Kalkschichten aufliegend zu denken. In den meisten Fällen stossen sich die Parallelmassen des Kalkes gegen den Granit ab, ohne dadurch in ihrer Regelmässigkeit gestört zu werden.

Eine specielle Karte der Gegend von *Bäkkestrand* würde von grosser Wichtigkeit seyn; aber die Beschaffenheit derselben gestattet doch nur unterbrochene Beobachtungen über ihren Felsenbau. Die

stückweis entblössten Partieen lassen sich nur in ein ideales Bild vereinigen. Ein Versuch dieser Art ist der Grundriss Fig. 4 tab. III in Verbindung mit den Profilen Fig. 5 und 6. Das Granitgebiet ist roth, das Kalkgebiet blau illuminirt, und auf dem Grundrisse bilden die Streichungslinien des Kalkes gemäss den aufgezeichneten Beobachtungen einen Bogen. In der Linie *ab* liegt das Profil Fig. 5, welches dem reellen Profil Fig. 2 tab. III entspricht. Es kann wohl keinem Zweifel unterworfen seyn, dass das oben erwähnte kleine Thal secundär ist, und dass sein Raum ursprünglich vom Gebirge erfüllt war; die punctirte Linie bedeutet das jetzige Profil des Thales. Der verticale Schnitt Fig. 6 fällt in die Linie *cd* des Grundrisses, und fällt mit dem reellen Enface Fig. 3 *A* zusammen, so dass *πρ* der Profillinie *πρ* in dem letzteren entspricht. Die in diesem Schnitte anscheinend isolirte Granitmasse *e* vereinigt sich hinter der Schnittfläche mit der Granitmasse *f*, wodurch der Kalkstein in *g* abgeschnitten wird.

In den Combinationen mit dem Kalkterrain von *Bäkkestrand* und mit dem Sandsteine von *Holm* sind alle vorhandenen Thatsachen enthalten, welche *Holmestrands* Umgegend rücksichtlich der Aufgabe über die Verhältnisse des Granites zu bieten hat. Die Auflösung scheint uns, wenigstens zum Theil, schon ausgesprochen zu seyn. Eine mehr positive endliche Entscheidung muss billig aufgeschoben werden, bis so viele und unzweideutige Thatsachen gesammelt seyn werden, dass jede Ungewissheit gehoben und jeder Zweifel abgewiesen werden kann.

Anmerkung. Es sey mir gestattet, dem Obigen eine hypothetische Bemerkung beizufügen. Seitdem ich etwas vertrauter mit den mannichfaltigen Verflechtungen der Gesteine am *Sandefjord* geworden, habe ich niemals die zwischen *Holm* und *Aarnäs* hervorspringende Granitpartie betrachten können, ohne an den rothen Porphyr bei *Engnäs* erinnert zu werden. Es ist nämlich auffallend, dass eine Linie, welche man sich von dieser Granitpartie in der Richtung ihrer Längenerstreckung hinaus in den Fjord gezogen denken kann, genau auf jenen Porphyr trifft, und dass das Streichen dieses letzteren in die Verlängerung dieser Linie fällt. Gleichsam als ob der rothe Porphyr ein sehr verlängerter, gangartiger *Ausläufer des Granit-Terrains* wäre. Wäre des Porphyrs Hauptmasse nicht dicht und feldsteinartig, sondern krystallinisch, so würde man wirklich einen rothen Granit von Feldspath und Quarz sehen. — In derselben Linie zwischen *Engnäs* und *Holm* ragt aus dem Seespiegel eine kleine Klippe hervor, welche ich leider nur aus der Ferne gesehen habe. Sollte dieselbe, wie es nach ihrer Farbe zu urtheilen der Fall zu seyn scheint, aus rothem Porphyr bestehen, so würde die hier aufgestellte Vermuthung nicht wenig Bestätigung finden. Wenn das Bassin des *Sandefjordes* gröfstentheils auf Unkosten des Sandsteines und Kalkes gebildet wurde, so gehört vielleicht die innerste kleine Bucht bei *Aarnäs* nicht allein dem Granit, wie es jetzt scheint. Und sollte Kalk oder Sandstein sich dahinein erstrecken oder erstreckt haben, so würde das Vorkommen der Granitmasse bei *Holm* auf eine sehr natürliche Art mit dem Porphyr bei *Engnäs* in Uebereinstimmung zu bringen seyn.

(Fortsetzung folgt.)

II.

Ueber die Anziehung, die sich in merklichen Abständen zwischen den Oberflächen starrer Körper äussert, durch eine Flüssigkeit, in welcher sie untergetaucht sind;

von

Hrn. P. S. Girard.*)

Die Erfahrung hat seit langer Zeit gelehrt, daſs gewiſſe Flüſſigkeiten nur die Oberfläche gewiſſer ſtarrer Körper benetzen können, die Oberfläche anderer wiederum nicht. So iſt das Queckſilber, welches die Fähigkeit beſitzt, mehrere Metalle zu benetzen und an deren Oberfläche anzuhaften, nicht im Stande, die Oberfläche des Glaſes des Holzes und vieler anderen Subſtanzen zu benetzen. Die Erfahrung hat gleichfalls gelehrt, daſs die Oberfläche eines und deſſelben Körpers, welche folgweiſe von mehreren Flüſſigkeiten benetzt werden kann, nach der Natur dieſer, einer verſchiedentlichen Benetzung fähig iſt. Man weiſs z. B. daſs, bei derſelben Temperatur, eine Glasplatte vom Alkohol, mit dem ſie benetzt iſt, eine viel dickere Schicht durch Anhaftung an ihrer Oberfläche zurückhält, als vom Waſſer, wenn ſie damit befeuchtet wird.

Dieſe Eigenſchaften der ſtarren Körper an ihrer Oberfläche eine mehr oder weniger dicke Schicht von

*) Ann. d. Ch. et Ph. XXIX. 260. Frei überſetzt.

der sie benetzenden Flüssigkeit zurückzuhalten, äussert sich vor allen, wenn diese Körper sehr zertheilt worden (sont réduits en molécules très-ténues) und die Theilchen in solcher Menge in der Flüssigkeit verbreitet sind, dass, vermöge ihres geringen Abstandes unter sich, die ihnen anhangenden Atmosphären sich gegenseitig durchdringen. Alsdann zeigt die Erfahrung, dass durch die Dazwischenkunft dieser Atmosphären, die Theilchen, welche von ihnen umgeben sind, sich mit um so grösserer Kraft einander nähern, als sie schon zuvor sich näher standen. Die gegenseitigen Actionen und Reactionen, pflanzen sich durch die zwischen gelagerte Flüssigkeit fort, und üben auf diese in allen Richtungen einen neuen Druck aus, dessen Intensität man mittels des Aräometers schätzen kann.

Ich habe in meinen früheren Abhandlungen gezeigt *), wie alsdann die Angabe dieses Instrumentes

*) Mémoires sur les atmosphères liquides et leur influence sur les molécules solides qu'elles enveloppent (Mém. de l'acad. roy. des Scienc. de l'Inst. de Franc. tom. IV. années 1819 et 20).

Die hier citirte Abhandlung zerfällt in 2 Abtheilungen. Die erste beschäftigt sich mit der Bewegung starrer Theilchen in Flüssigkeiten, welche deren Oberfläche benetzen, und enthält außer der mathematischen Behandlung des Gegenstandes eine Reihe Versuche über die Zeit der successiven Ablagerung eines in Wasser oder Alkohol eingerührten Thonpulvers. Die zweite, unter dem Titel: über die gegenseitige Anziehung starrer Theilchen vermittelst ihrer Atmosphären, schliesst namentlich die Versuche ein, auf welche Hr. Girard sich im Texte beruft. Da diese letztere Hälfte sowohl für sich als auch in Bezug auf die gegenwärtige Abhandlung von Wichtigkeit ist, so mag das Wesentliche derselben hier eine Erwähnung finden, und die Beschränkung des Raumes mich entschuldigen, dass ich keinen

verſchieden ſeyn wird und muſs, von der, durch

vollſtändigen Auszug liefere auch die erſte Hälfte, als weniger hierher gehörend, gänzlich übergehe. (*P.*)

Die Haupterſcheinung, mit welcher Hr. G. ſich beſchäftigte, iſt die, daſs das Aräometer in Gemengen von Thonpulver und Waſſer oder Alkohol, worin der Antheil des erſteren hinreichend groſs iſt, einen Stand annimmt, wie er homogenen Flüſſigkeiten von gröſserer Dichte als Waſſer oder Alkohol zukommt. Hr. G. beſchreibt dieſes im Allgemeinen ſo: Wenn ſtarre Theilchen (*molécules solides*) in einer Flüſſigkeit ſchweben, die keine auflöſende Kraft auf ſie ausübt, die aber fähig iſt, deren Oberfläche zu benetzen, und wenn dieſe Theilchen in hinreichender Menge in der Flüſſigkeit vorhanden ſind, damit ſich ihre Atmoſphären gegenſeitig durchdringen, ſo ſteht das Aräometer in einem ſolchen Gemenge um ſo höher, als das Verhältniſs der ſtarren Theilchen darin beträchtlicher iſt.

Hr. G. hatte ſich ein Aräometer verfertigt, deſſen Nullpunkt das ſpecifiſche Gewicht des deſtillirten Waſſers bei + 6° C. angab, und welches er von dieſem Punkte ab, unterhalb mit 45, und oberhalb mit 30 Abtheilungen, wie es ſcheint von gleicher aber willkürlicher Gröſse, verſah; jene für ſchwerere, dieſe für leichtere Flüſſigkeiten, als Waſſer; auch wurden die Grade unterhalb des Nullpunktes poſitiv und die oberhalb deſſelben negativ genommen.

Zu den Verſuchen wurde ein zartes Thonpulver (von dem was man zu Sèvres zur Bereitung des Porzellans gebraucht und ein ſpecifiſches Gewicht von 2,47457 beſitzt) angewandt, ein beſtimmtes Volumen deſſelben nach und nach mit verſchiedenen Quantitäten Seinewaſſer oder Alkohol gemengt, und bevor es ſich abſetzen konnte, die Beobachtung mit dem Aräometer gemacht. Die nachſtehende Tafel enthält die Volumina der Gemenge (worin ſich jedesmal 1 Volumen Thonpulver befand) und die entſprechenden Stände des Aräometers:

welche das specifische Gewicht des Gemenges, beste-

Volumen der Gemenge aus Seinewasser und Thonpulv.	Stand des Aräomet.	Volumen der Gemenge aus Alkohol und Thonpulver.	Stand des Aräomet.	Volumen der Gemenge aus Alkohol und Thonpulver.	Stand des Aräomet.
10	+ 14°,75	10	− 3°,0	10	− 3°,25
14	+ 10°,75	14	− 9°,0	12	− 6°,5
16	+ 9°,0	16	− 10°,5	14	− 9°,0
20	+ 7°,5	18	− 12°,0	16	− 10°,75
22	+ 6°,75	20	− 13°,0	18	− 12°,25
24	+ 5°,625			20	− 13°,25
26	+ 5°,0			22	− 14°,25
28	+ 4°,5			24	− 15°,00
30	+ 4°,0			26	− 15°,5
				28	− 16°,0
				30	− 16°,5

Bei der ersten Reihe von Versuchen war die Temperatur + 14° C und das Aräometer stand in dem filtrirten Seinewasser auf − 0°,75; bei der zweiten Reihe hatte der Alkohol ebenfalls + 14° C Temperatur und das Aräometer stand in ihm auf − 23°; bei der dritten Reihe endlich hatte der Alkohol eine Temperatur von + 12° C und das Aräometer zeigte in ihm auf − 23¼°.

Da nun gepülverter Thon sich nicht in Wasser oder Alkohol aufzulösen vermag und er auch keine lösliche Substanzen beigemengt enthielt, indem die von ihm abgesonderte Flüssigkeit dieselbe Dichte besaſs, wie die noch nicht mit ihm in Berührung gewesene (a. a. O. p. 70), so ist nach Hrn. G. die Erscheinung nur durch eine Molekular-Gravitation zu erklären, vermöge welcher sich um jedes starre Theilchen eine Atmosphäre von einer mehr verdichteten Flüssigkeit bildet. Er sagt „wenn starre Theilchen in einer Flüssigkeit, die fähig ist, deren Oberfläche zu benetzen, auf geringere Abstände vertheilt sind, als der

hend aus der Flüſſigkeit und den darin verbreiteten Durchmeſſer ihrer Atmoſphären, ſo wirken ſie in allen Richtungen drückend oder anziehend auf die zwiſchen liegende Flüſſigkeit, wie es Stempel thun würden, die an ihrer Statt geſetzt wären; vermöge der charakteriſtiſchen Eigenſchaft der Flüſſigkeiten verpflanzen ſich dieſe Drucke auf die geſammte Flüſſigkeit zwiſchen den ſtarren Theilchen, und vermehren dadurch wirklich die Dichtigkeit dieſer Flüſſigkeit, wie es das Aräometer anzeigt" (a. a. O. p. 74). Man begreift daher, daſs dieſe Molekular-Gravitation in der That ausgedrückt ſeyn wird durch den Unterſchied in der Anzahl der Grade, welche das Aräometer zeigt, wenn es folgweiſe in ein ſolches Gemenge und in eine reine, bloſs der Wirkung der Schwerkraft unterworfene, Flüſſigkeit eingetaucht wird. So z. B. iſt dieſer Unterſchied bei den Verſuchen mit Waſſer

beim erſten derſelben: $+14^\circ{,}75 - (-0^\circ{,}75) = +15^\circ{,}5$
beim letzten - - $+4^\circ - (-0^\circ{,}75) = +4^\circ{,}75$

und daraus iſt zu erſehen, daſs die Wirkung der feſten Theilchen auf die ihre Zwiſchenräume ausfüllende Flüſſigkeit, in dieſen beiden Verſuchen, ſich verhalten hat wie, 15,5 : 4,75 oder wie 62 : 19. Eben ſo war bei der erſten Verſuchsreihe mit Alkohol jener Unterſchied

beim erſten Verſuch: $-3^\circ - (-23^\circ) = +20^\circ$
beim letzten - - $-16^\circ{,}5 - (-23^\circ) = +6^\circ{,}75$,

alſo das Verhältniſs der Wirkungen nahe wie 3 zu 1.

Hr. G. ſchreitet nun zur Ausmittelung der Geſetze dieſer Erſcheinungen über. Weil „ſagt er" eine gewiſſe Anzahl in einer Flüſſigkeit verbreiteter ſtarrer Theilchen, bei gegenſeitigen Abſtänden, die geringer ſind als der Durchmeſſer ihrer Atmoſphären, auf die zwiſchen ihnen liegende, ſie benetzende Flüſſigkeit, wie eben ſo viele Stempel drücken, von gleicher Lage und gleicher Kraft mit ihnen, und die Summe dieſer Drucke ſich auf alle Punkte der Flüſſigkeit in dem gegebenen Raume ausdehnt, ſo wird der totale Druck, den die Flüſſigkeit erleidet und welche die Gravitation der Theilchen auf einander darſtellt, genau proportional ſeyn der Anzahl der

festen Theilchen, angezeigt wird. In dem letzteren: Theilchen, welche sich in dem gegebenen Raume befinden. Wenn also P diesen totalen Druck, N die Anzahl der Theilchen in dem zur Einheit angenommenen Raum, und F die constante Kraft bezeichnet, mit der jedes Theilchen für sich die umgebende Flüssigkeit drücken würde, so muss man haben: $P = NF$. P ist jener, durch die Versuche gegebene aräometrische Unterschied, und da er die Vermehrung der Dichte anzeigt, welche von der Gravitation der Flüssigkeit gegen die Molekel herrührt, so bezeichnet ihn Hr. G. mit den Namen: Molekulardichtigkeit. Was N, die Anzahl der Theilchen (Molécules) in dem zur Einheit angenommenen Volumen eines Gemenges betrifft, so ist klar, dass wenn man Q das in den Versuchen gebrauchte constante Volumen an Thonpulver heisst, und x das variable der einzelnen Gemenge, man haben wird:

$$1 : N :: x : Q \text{ oder } N = \frac{Q}{x}$$

und folglich:

$$Px = QF.$$

Dieses will sagen: der aräometrische Unterschied zwischen der reinen und der mit Thon gemengten Flüssigkeit, multiplicirt mit dem Volumen dieser Mischungen, muss eine constante Grösse seyn. Hr. G. nennt diese constante Grösse Molekularmasse, weil sie das Product des Volumen eines jeden Gemenges mit der Molekulardichte ist. Nachstehende Tafel zeigt die Resultate, wie sie sich aus der 1ten, 2ten und 3ten Versuchsreihe ergeben:

I.			II.			III.		
x	P	Px	x	P	Px	x	P	Px
10	15,5	155	10	20	200	10	20	200
14	11,5	161	14	14	196	12	16,75	204
16	9,75	156	16	12,5	204	14	14,25	199,5
20	8,25	165	18	11	196	16	12,5	204
22	7,5	165	20	10	200	18	11	198
24	6,375	153				20	10	200
26	5,75	149				22	9	198
28	5,25	147				24	8,25	198
30	4,75	143				26	7,75	201,5
						28	7,25	203
						30	6,75	202,5

Fälle bezeichnet das von diesem Instrumente ange-

Hr. Girard schreibt die Differenzen von Px bei den 3 ersten Versuchen, in der ersten Columne, den Beobachtungsfehlern zu; die allmälige Abnahme dieser Grösse bei den 6 letzten Versuchen aber dem Umstande, dass bei jenen Verhältnissen des Thones der Abstand einiger Theilchen so grofs werde, dass sie sich aufserhalb des Wirkungskreises der benachbarten Theilchen befinden, und frei der blofsen Schwerkraft folgen können.

Hr. G. wirft nun die Frage auf: ob der aräometrische Unterschied nicht vielleicht blofs den Unterschied zwischen dem spezifischen Gewicht der reinen und dem mit den starren Theilchen gemengten Flüssigkeit anzeige, statt die gegenseitige Anziehung darzustellen, die diese Theilchen in Distanz auf die zwischengelagerte Flüssigkeit ausüben; er beantwortet sie damit, dass der Unterschied zwischen dem specifischen Gewichte einer reinen und gemengten Flüssigkeit ganz von dem verschieden ist, welcher nach der hier gegebenen Theorie die Molekularwirkung ausdrückt. Es sey nämlich das constante Volumen der starren Theilchen $= a$; das variable des Gemenges $= x$, das specifische Gewicht der reinen Flüssigkeit $= p'$; das spec. Gewicht der starren Theilchen $= p$. Das Volumen, das vom Aräometer bei der reinen Flüssigkeit untergetaucht ist, $= h$; dasselbe bei einer gemengten Flüssigkeit $= z$. Dann ist zunächst das specifische Gewicht des Gemenges:

$$\frac{pa + p'(x-a)}{x}$$

Ferner verhalten sich, nach hydrostatischen Gesetzen, die untergetauchten Volumina eines Aräometers, bei Flüssigkeiten von verschiedenen specifischen Gewichten, umgekehrt wie diese specifischen Gewichte. Man hat also:

$$hp' = \frac{z}{x} \cdot (pa + p'(x-a))$$

woraus

$$(h-z)\,x = z \cdot \frac{a(p-p')}{p}$$

zeigte specifische Gewicht nichts anderes, als die Kraft, mit welcher jedes Theilchen des als homogen betrachteten Gemenges gegen den Mittelpunkt der Erde gravitirt; während im ersteren Fall, das Aräometer nicht blos das specifische Gewicht von der reinen, zwischen den festen Theilchen gelagerten, Flüssigkeit anzeigt,

d. h. die aräometrische Differenz $h - z$, multiplizirt mit dem Volumen x der gemengten Flüssigkeit, ist proportional dem variablen Volumen des Theils am Aräometer, der bei gemengten Flüssigkeiten untergetaucht ist. Es folgt daraus, dass das Produkt $(h - z)\,x$ nothwendig auch variabel ist. Nun wurde aber dieses Product constant gefunden, wenn es die Wirkung in Distanz der starren Theilchen auf die zwischenliegende Flüssigkeit ausdrückt; folglich ist die Molekularwirkung in Distanz durchaus unabhängig von dem Unterschiede zwischen dem spec. Gewicht der reinen Flüssigkeit und dem verschiedener Gemenge.

Hr. G. schliesst seine Abhandlung mit der Bemerkung, dass aus der Gleichung $P = \frac{Q}{x} F$ hervorgehe, die Gravitation P sey proportional der Dichte desjenigen Systemes, welches die starren Theilchen für sich, abgesehen von der zwischen ihnen liegenden Flüssigkeit, ausmachen; und da, wenn die materiellen Theilchen, durch gleiche und sehr kleine Zwischenräume getrennt, nach 3 Dimensionen einen Raum ausfüllen, die Dichte des Systems umgekehrt proportional ist den Cuben der Abstände dieser Theilchen, so folge daraus, dass die attractive Kraft von Theilchen zu Theilchen genau im umgekehrten Verhältniss der Cuben dieser Abstände stehe; ein Satz von der höchsten Wichtigkeit, dessen Wahrheit schon Newton (Princip. math. libr. I. p. 85), Keil und mehere Physiker und Mathematiker nach ihm geahnet, keiner aber bis jetzt durch einen directen Versuch bewiesen habe. *P.*

sondern auch die Kraft, mit welcher diese Flüssigkeit auf alle diese Theile gravitirt.

Obgleich die Versuche, durch welche diese Thatsachen ausgemacht sind, keine Ungewissheit hinterlassen, so erforderte doch die Wichtigkeit dieser Thatsachen und der Folgerungen aus ihnen eine Bestätigung auf anderem Wege. Ich habe daher gesonnen, bei grossen von einer Flüssigkeit benetzt werdenden Flächen, die Anziehung merkbar zu machen, die sie auf einander mittelst dieser Flüssigkeit ausüben, und wo möglich die Intensität derselben, bei verschiedenen Abständen, genau zu messen.

Wenn man sich zwei vollkommen ebene starre Flächen, in einer sie benetzenden Flüssigkeit vertikal aufgehängt denkt, so wird die Flüssigkeitsschicht, welche ihnen anhängt, eine Art von fester Hülle um jede derselben herum bilden. Wenn man nun die benetzten Flächen einander auf einen so kleinen Abstand nähert, dass sich ihre flüssigen Umhüllungen durchdringen, so müssen diese Flächen, nach dem Obigen, sich gegenseitig anziehen und mit um so grösserer Kraft als ihr Abstand geringer ist. Um die Wirkung dieser Kraft merkbar zu machen und zu bestimmen, nehme man an, dass man die beiden benetzten Flächen von der Vertikale, in welcher sie frei aufgehängt waren, ablenke und sie auf einen bestimmten Abstand von einander nähere. Wenn dieser Abstand grösser ist, als die doppelte Dicke der flüssigen Schicht, die jeder von ihnen anhängt, so werden diese beiden flüssigen Hüllen, für sich gedacht, sich nicht durchdringen, und die beiden benetzten Flächen, der Schwere gehorchend, welche

ihnen in der Flüſſigkeit übrig bleibt, gleich einem iſolirten Pendel zu der vertikalen Lage zurückkehren, aus welcher man ſie abgelenkt hatte. Nun iſt klar, daſs dieſes in einem gewiſſen Zeitraum Statt findet, der von der Länge des Fadens, an welchem die Flächen aufgehängt ſind, und von dem Widerſtande, den die Flüſſigkeit ihrer Bewegung entgegenſetzt, abhangen wird. Wenn man von dieſem Widerſtande abſieht, was immer erlaubt iſt, wenn die Bewegung des Pendels ſehr langſam geſchieht, ſo iſt ferner klar, daſs die Dauer der Oscillationen die nämliche ſeyn wird, wie groſs auch das Intervall iſt, um welche man ſie urſprünglich von der Vertikale abgelenkt hatte.

Setzt man aber voraus, die beiden untergetauchten Flächen ſeyen ſo weit genähert, daſs die ihnen anhaſtenden flüſſigen Schichten ſich durchdringen, ſo werden die beiden Flächen ſich einander anziehen; der Wirkung ihrer Schwere in der Flüſſigkeit wird zum Theil durch dieſe Anziehung das Gegengewicht gehalten, und ſind ſie ſich ſelbſt überlaſſen, ſo wird die Zeit, in der ſie zur Verticalebene zurückkehren, d. h. die Dauer ihrer erſten halben Schwingung um ſo beträchtlicher ſeyn, als ihre gegenſeitige Anziehung gröſser iſt, oder ſie bei Anfang der erſten Schwingung einander näher ſtanden.

Man kann die Wirkung der Schwerkraft auf die benetzten Flächen ſo gering machen, wie man will; ſey es, daſs man ihnen durch irgend ein Mittel ein ſpecifiſches Gewicht giebt, welches von dem der Flüſſigkeit, in welcher ſie untergetaucht ſind, nur ſehr wenig abweicht, oder auch dadurch, daſs man den Winkel zwiſchen den Aufhänge-Fäden verringert, wenn

man sie von der Vertikale ablenkt, um die Flächen einander zu nähern, die sie tragen.

Befestigt man nun andererseits zwischen den Flächen einen Metalldraht von bestimmter Dicke und bringt sie durch Hülfe eines gewissen Druckes mit den entgegengesetzten Seiten dieses Drahtes in Berührung, so ist klar, daſs dessen Durchmesser ein genaues Maaſs des Zwischenraumes ist, der sie trennt. Ueberläſst man diese Flächen alsdann den entgegengesetzten Wirkungen ihrer wechselseitigen Anziehung und ihrer parallel mit dieser Anziehung zerlegten Schwere in der Flüssigkeit, so wird nothwendig die Dauer der ersten Oscillation eine gewisse Funktion dieser beiden entgegengesetzten Kräfte seyn. Wenn man demnach diese Dauer beobachtet und diese Kräfte, d. h. die Dicke des Metalldrahtes zwischen den benetzten Flächen, und die Amplitude der Schwingung, beide oder jede für sich, verändert, so wird die Beobachtung nachweisen, wie unter sich, die Entfernung beider Flächen zu Anfang ihrer ersten Schwingung, die Amplitude und die Dauer derselben, variiren.

Der Apparat, den ich der Akademie vorlege, ist nach diesen Grundsätzen zusammengesetzt.

Oberhalb eines cylindrischen Glasgefäſses *ABCD* (Fig. 1 und 2) und in der Richtung eines seiner Durchmesser ist ein kupfernes Lineal *EF* befestigt. Dieses horizontale Lineal, welches wir *Richtscheit* oder *Träger* des Apparates (directrice ou sommier de l'appareil) nennen wollen, trägt nach der Quere zwei Stücke von demselben Metall *gh*, *g'h'* (Fig. 3), welche es à

frottement umfassen, und auf demselben mit Beibehaltung ihres Parallelismus fortzuschieben sind.

Diese Querstangen springen auf jeder der Richtscheit hervor und sind an den hinüberreichenden Theilen mit kleinen Einschnitten versehen, bestimmt, um darin die Seidenfäden *ik*, *i'k'* (Fig. 1 und 2) einzuhaken, mit welchen die zum Versuch gebrauchten Glasplatten *P* und *P'* aufgehängt werden.

Jede dieser Platten, deren specifisches Gewicht viel beträchtlicher seyn wird, als das der Flüssigkeit, in welcher sie untergetaucht sind, ist angekittet an ein Korkprisma *L*, *L'*, von gleicher rechtwinkliger Fläche, und bildet also mit ihm einen zusammengesetzten Körper, dessen specifisches Gewicht man nach der größeren oder geringeren Dicke des Korkprismas beliebig abändern kann; um dieß System so viel wie möglich in seiner Zusammensetzung gleichartig zu machen, ist auch der andern Seite jedes Korkprismas eine Glasplatte angekittet von gleicher Dicke mit der ersteren.

Die Seidenfäden *ik*, *i'k'* (Fig. 2), durch welche dieses System aufgehängt wird, sind befestigt an zwei seiner Vertikalflächen, die sich an den gegenüberstehenden Seiten des Durchschnittes *kk'* zweier durch den Schwerpunkt dieser Pendel-Vorrichtung gehender rechtwinklicher Ebenen befinden. Um den Schwerpunkt des Systems mit dem Mittelpunkt seiner Figur genau zusammenfallend zu machen, setzt man dem Pendel, falls es zu leicht ist, einige Bleiplättchen, oder falls es zu schwer ist, kleine Korkprismen hinzu. Diese Vorsicht ist nöthig, damit beide Aufhängefäden gleiche Spannung erhalten und man bei dem Versu-

che von der senkrechten Stellung der 4 Seiten des Prismas versichert ist.

Die beiden so zusammengesetzten Pendel *PL* und *P'L'*, müssen gleiches Gewicht in der Flüssigkeit und völlig gleiche Dimensionen haben. Wenn diese unerlässlichen Bedingungen erfüllt sind, die, beiläufig gesagt, nicht den leichtesten Theil dieser Versuche ausmachen, so hängt man die beiden Pendel an den *Träger EF* des Apparates und sorgt dafür, dass die rechtwinklichen Kanten des einen genau mit den entsprechenden des andern zusammenfallen, wenn man ihre Flächen in Berührung bringt.

Um die Annäherung oder Entfernung nach Belieben und mit Genauigkeit zu bewerkstelligen, ist jede von den die beiden Pendeltragenden Querstangen *gh*, *g'h'* in einem über ihre Ebene hervorspringenden Stück mit einer Schraubenmutter von Messing *m*, *m'* (Fig. 1 und 3) versehen, welche in Richtung der Axe des Trägers liegen und von denen eine rechts und die andere links gewunden ist. Eine männliche Schraube von Stahl *v*, *v'*, welche von zweien, an den Enden des Trägers *EF* befindlichen senkrecht stehenden Armen gehalten wird, geht durch beide hindurch. Die Gänge dieser Schraube sind in jeder Hälfte derselben von gleicher Art mit denen der Schraubenmuttern, durch welche sie hindurchgehen, und da diese Schraubengänge von entgegengesetzter Windung sind, so begreift man, dass je nach der Richtung, in welcher man die Handhabe *M*, am Ende der Spindel, umdreht, die Querstangen, welche die Pendel tragen, sich nähern oder von einander entfernen werden. Um den Zwischenraum, welcher sie für irgend einen Au-

genblick trennt, mit Genauigkeit messen zu können, ist der Träger des Apparates, von seiner Mitte aus, in Centi- und Millimeter getheilt (Fig. 3). Eine an den Querbalken *gh*, *g'h'* befestigte und in der Ebene der Aufhängefäden der Glasplatten liegende Schneide (biseau) giebt durch ihre Coïncidenz mit den Theilstrichen der Richtscheit, die horizontale Entfernung zwischen den Aufhängepunkten der beiden Pendel.

Wie groſs auch die Dicke des Cylinders oder Metalldrahtes seyn mag, welchen man zwischen die beiden Glasplatten bringt, um ihren Abstand im Augenblick zu messen, wo man sie den auf sie einwirkenden Kräften überläſst; so muſs man sich doch vorläufig von ihrer wirklichen Berührung mit dem zwischengesetzten Cylinder oder Metalldraht versichern, indem man, wie schon gesagt, auf die äuſseren Flächen der Pendel einen bestimmten Druck anbringt, und zwar in einer Horizontalebene, die durch den Schwerpunkt und den Mittelpunkt der beiden Pendel geht.

Um diesen Druck auf eine regelmäſsige Art bewerkstelligen und nach Erforderniſs einer strengen Berechnung unterwerfen zu können, wurden zwei kupferne Räder *s*, *s* (Fig. 1 und 2) verfertigt, deren gemeinschaftliche, auf ihrer Ebene senkrecht stehende Axe, mit durchbohrten Scheiben (rondelles) von Blei *Q* mehr oder weniger beschwert werden konnte.

Zwei Seitenfäden *tt* (Fig. 2), befestigt an den Enden der Axe, halten diese horizontalschwebend an einer Zunge von Kupfer *xy* (Fig. 1), welche ihrerseits unterhalb des *Trägers* zu verschieben ist, so daſs, indem man die kupfernen Räder mit den äuſse-

ren Flächen eines jeden Pendels in Berührung bringt, und dem Mittelpunkt des Apparates die Aufhängepunkte dieser wagenartigen Vorrichtung mehr oder weniger nähert, man den Winkel zwischen dem Aufhängefaden des Pendels und der Vertikale verändern wird, und folglich auch den Druck, der vermöge des Gewichts des Wagens und seiner Bleischeiben in horizontaler Richtung auf die Platten beim Versuche ausgeübt wird.

Wenn dieser horizontale Druck einige Minuten angehalten hat, zieht man die beiden Wagen sanft gegen die Enden des Trägers hin zurück. Die beiden Pendel sind alsdann den sich entgegengesetzten Wirkungen ihrer Schwere und ihrer wechselseitigen Anziehung überlassen; und es ist nur noch nöthig, die Zeit zu beobachten, in welcher sie sich von einander losreissen und zu der Vertikalebene ihrer freien Aufhängung zurückkehren. Zu dem Ende sey:

das Gewicht der beiden aus Glas und Korkholz zusammengesetzten Pendel in der Flüssigkeit $= 2P$

der Winkel, welche ihre Aufhängefäden, für irgend eine Lage, mit der Vertikale machen $= a$

die Spannung des Fadens $= T$; die Länge desselben $= l$

der Abstand der Aufhängepunkte des einen Pendels von der Vertikalebene, die durch die Mitte des Apparates geht $= b$

der Abstand der benetzten Fläche dieses Pendels von der nämlichen Vertikalebene, in irgend einem Punkt des Bogens, den dieses beschreibt $= s$

das horizontal zerlegte Gewicht dieses Pendels in diesem Punkt $= F$

Endlich der Halbmesser des Metallcylinders oder Drahtes, zwischen den beiden Flächen, um deren anfängliche Entfernung zu messen $= e$

Nach den Grundsätzen der Statik hat man bekanntlich

$$2P : T :: \sin 2a : \sin a :: 2\cos a : 1$$

und hieraus:

$$T = \frac{P}{\cos a}$$

Wird diese Spannung, welche die Wirkung des Gewichtes P in Richtung des Fadens bezeichnet, horizontal zerlegt, so hat man:

$$\frac{P}{\cos a} : F :: 1 : \sin a \quad \text{und folglich: } F = \frac{P \sin a}{\cos a} = P \tang a.$$

Substituirt man statt der Winkelgrössen die ihnen proportionalen Linien, so findet man:

$$\tang a = \frac{(b-s)}{\sqrt{l^2-(b-s)^2}} \quad \text{und folglich: } F = \frac{P\,(b-s)}{\sqrt{l^2-(b-s)^2}}.$$

Diese Horizontalcomponente des Gewichtes des untergetauchten Pendels kann vereinigt gedacht werden an der benetzten Fläche, die einen Theil desselben ausmacht, gleich als wenn dieses Pendel auf eine einzige schwere Fläche zurückgeführt wäre.

Man nehme nun an, dass die Anziehung beider benetzten Flächen, wenn sie sich selbst überlassen und durch einen Zwischenraum $= 2s$ getrennt wären, durch eine gewisse Funktion $\varphi\,(s)$ dieses Intervalles dargestellt sey: die accelerirende Kraft, mit welcher sie in irgend einem Punkte des von ihnen beschriebenen Bogens sich von einander zu entfernen streben, wird seyn:

$$\frac{P\,(b-s)}{\sqrt{l^2-(b-s)^2}} - \varphi\,(s)$$

und man wird nach den Gesetzen der veränderlichen Bewegung haben, wenn dt das Element der Zeit und

die das Differential des horizontalen Theils der jedesmaligen Geschwindigkeit des Pendels bezeichnet:

$$\left\{\frac{P(b-s)}{\sqrt{l^2-(b-s)^2}} - \varphi(s)\right\} dt = du; \quad \text{oder weil } du = \frac{d^2s}{dt}$$

$$d^2t = \frac{d^2s}{\frac{P(b-s)}{\sqrt{l^2-(b-s)^2}} - \varphi(s)}$$

oder auch wenn man $\frac{ds}{dt} = p$ setzt:

$$ds = \frac{pdp}{\frac{P(b-s)}{\sqrt{l^2-(b-s)^2}} - \varphi(s)}$$

eine gesonderte Gleichung in s und p, deren Integration nur von der Form der Funktion $\varphi(s)$ abhängt; denn man hat:

$$p^2 = A + 2\int ds \left\{\frac{P(b-s)}{\sqrt{l^2-(b-s)^2}} - \varphi(s)\right\}$$

und endlich:

$$t = B + \int \frac{ds}{\sqrt{A + 2\int ds \left\{\frac{P(b-s)}{\sqrt{l^2-(b-s)^2}} - \varphi(s)\right\}}}$$

Die in diesem Werthe von t durch die erste Integration eingeführte Constante A muss dergestalt bestimmt werden, dass, wenn s gleich ist der halben Dicke e des Metalldrahtes, das Verhältniss $\frac{ds}{dt} = p$ einen bestimmten Werth habe.

Die andere Constante B bestimmt sich durch die Bedingung, dass $t = 0$ sey, wenn $s = e$.

Endlich wird das Integral, das die Dauer der Zeit t bezeichnet, während welcher die beiden Pendel sich unter dem Einfluss ihrer gegenseitigen Anziehung bewegen, vollständig seyn, wenn man $s = r$

macht; wo r die Dicke der flüssigen Schicht ist, die die Fläche des Glases benetzt und dieser anhaftet.

Für den Fall, wo die Funktion $\varphi(s)$ a priori bekannt und der Werth von t in endlichen Gliedern angebbar wäre, bliebe nur übrig, diesen Werth von t durch den Versuch zu bestätigen, und diese Bestätigung würde, wenn sie Statt fände, die Wahrheit des durch $\varphi(s)$ ausgedrückten Anziehungsgesetzes beweisen. So lange indeſs dieses Gesetz unbekannt ist, kann der Versuch zunächst nur dazu dienen, die in Frage stehenden Attractions-Erscheinungen, unter den verschiedenen zur Abänderung ihres Auftretens geeigneten Umständen, darzuthun. Späterhin können zahlreichere Beobachtungen, mit vollkommneren Apparaten, die Bestimmung dieses Attractionsgesetzes herbeiführen.

Ehe ich meine Resultate auseinandersetze, ist es zweckmäſsig, die Kräfte, welche unser Apparat geeignet ist zu messen, numerisch anzugeben.

Die beiden Glasplatten sind 10 Centimeter breit, 5 Centimeter hoch und halten deshalb 50 Centimeter im Quadrat. Die Dicke jedes Pendels ist 2 Centimeter; das Gewicht desselben im Wasser ist 1 Gramm, die Länge seines Aufhängefadens ist 18 Centimeter.

Nimmt man an, daſs der Aufhängepunkt um 15 Centimeter von der Vertikalebene abstehe, die durch die Mitte des Apparates geht, und daſs die Dicke des Metalldrahtes, der den anfänglichen Abstand unserer Glasplatten miſst, $0^{mm},0563$ betrage, so giebt die Substitution dieser numerischen Werthe in der Formel:

$$F = \frac{P(b-e)}{\sqrt{l^2-(b-e)^2}}$$

für die horizontale Componente des Gewichtes des Pendels im ersten Moment seiner Schwingung, wenn der Centimeter zur Längeneinheit und der Gramm zur Gewichtseinheit genommen wird:

$$F = \frac{1^{gr}(0^{cent},5 - 0^{cent},002815)}{\sqrt{(18)^2 - (0,5 - 0,002815)^2}} = 0^{gr},027911$$

Diess ist die Kraft, mit welcher die beiden Glasplatten, im ersten Moment, nachem sie mit dem zwischenstehenden Metalldraht in Berührung gesetzt und sich selbst überlassen sind, sich von einander zu entfernen streben.

Die Oberfläche dieser Glasplatten beträgt aber 50 Quadratcentimeter; folglich beträgt die Kraft auf einen Quadrat-Centimeter = $0^{gr},0005582$ und auf einen Quadrat-Millimeter = 0,000005582. Da nun ein Quadratmillimeter noch ein sehr merklicher Flächenraum ist, so sieht man, wie sehr unser Apparat geeignet ist noch Gewichtsmengen anzugeben, die kaum auf die empfindlichste Torsionswage wirken.

Dieses Alles wohl verstanden, gehe ich zur Beschreibung meiner Versuche und zur Auseinandersetzung einiger ihrer Resultate über.

Ich fing damit an, zwischen die benetzten Glasflächen nacheinander zwei kurze Glascylinder zu setzen: 1) von 6, 2) von 4, 3) von 2½ Millimeter Dicke. Nachdem hiedurch der anfängliche Abstand der Glasplatten gemessen war, wurden die beiden Pendel, von welchen sie einen Theil ausmachten, ihrer Schwere überlassen. Der Unterschied zwischen den drei anfänglichen Abständen der Glasplatten von einander, erzeugte keinen Unterschied in der Dauer ihrer ersten halben Oscillation bei jedem Versuche. Diese Dauer betrug 7 Se-

kunden. Der Abstand der Aufhängepunkte beider Pendel von der durch die Mitte des Apparates gehenden Vertikalebene betrug 20 Millimeter.

Es folgt hieraus, daſs bei einem Abstande von ¼ Millimeter, dem kleinsten, welchen die Glasplatten in den angeführten 3 Beobachtungen besaſsen, die flüssigen Schichten, die den Platten anhäften, sich noch nicht durchdringen, d. h. daſs die Dicke dieser Schichten geringer ist, als ⅛ Millimeter. Wir würden zwar durch allmälige Verringerung der Dicke des zwischen die Glasplatten gesteckten Cylinders den Abstand kennen gelernt haben, bei welchem die Anziehung der Glasplatten anfängt merklich zu werden; allein abgesehen davon, daſs unser Apparat nicht so geordnet war, um diese Untersuchung leicht und die Resultate hinreichend genau zu machen, war unser Hauptzweck bloſs der: das Daseyn dieser Anziehung zu beweisen.

Ich wählte zu dem Ende 5 Proben Silberdraht von verschiedener Dicke, die ich für das Folgende mit Nummern, von dem feinsten an gerechnet, bezeichnen will. Die Durchmesser dieser Drähte betrugen nach genauer Messung des Hrn. Le Baillif:

von No. 1 :	$0^{mm},0563$	von No. 4 :	$0^{mm},1917$
„ „ 2 :	0,1127	„ „ 5 :	0,2481
„ „ 3 :	0,1579		

Ich legte in senkrechter Stellung an die Glasfläche eines unserer Pendel, einige Millimeter von ihren Extremitäten, zwei Stückchen Silberdraht von der nämlichen Nummer an, spannte sie so viel wie möglich aus, um sie mit der Glasfläche in Berührung zu bringen, wickelte sie um das Pendel und befestigte die Enden mit dem Kopf einer in das Korkprisma ge-

Rechten Nadel. Wenn nach dieser Vorbereitung die Pendel in die Flüssigkeit gebracht, und gegen einander gedrückt wurden, so waren die gegenüberstehenden Flächen genau um die Dicke jenes Silberfadens von einander entfernt. Hebt man nun den Druck auf, der die beiden Pendel in Berührung erhält, nachdem zuvor die Aufhängefäden, nach Messung auf der Richtscheit, um 5, 10, 15, 20 und 25 Millimeter von der Verticale entfernt worden; so ist es leicht zu beobachten, wie viel Minuten oder Sekunden verfließen vom Moment, wo die beiden Pendel sich selbst überlassen wurden, bis zu dem, wo sie in der Vertikale anlangen.

Die folgende Tabelle enthält die Reihe unserer Beobachtungen. Sie wurden in den ersten Tagen des Junimonats angestellt, während die Temperatur von 17 bis 24° C. abwechselte.

Die erste Kolumne der Tafel zeigt, in Centimetern, den Abstand der Aufhängepunkte des einen Pendels von der festen Vertikalebene, die durch die nämlichen Punkte geht, wenn die beiden Pendel in ihrer natürlichen Lage in Berührung gesetzt sind.

Die 5 folgenden Kolumnen enthalten die horizontalen Componenten des Gewichtes dieser Pendel in verschiedenen Lagen ihrer Aufhängepunkte und für ihre anfänglichen Abstände, wie sie folgweise durch jeden der 5 zwischengelegten Metalldrähte bestimmt wurden.

Die 5 letzten Kolumnen endlich enthalten die Dauer der ersten halben Oscillation eines der Pendel, entsprechend den verschiedenen Graden der Ablenkung ihrer Aufhängefäden und den verschiedenen anfänglichen Abständen der Glasplatten.

Ablenkung der Fäden	Horizontalcomponente des Gewichtes der Pendel; ihr ursprünglicher Abstand gemessen durch die Drähte:				
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
cent.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
0,5	0,02763	0,02747	0,02740	0,02725	0,02710
1,0	0,05548	0,05532	0,05520	0,05510	0,05495
1,5	0,08386	0,08319	0,08318	0,08313	0,08286
2,0	0,11164	0,11154	0,11136	0,11133	0,11116
2,5	0,14023	0,14022	0,13980	0,13972	0,13956

Wirft man einen Blick auf die Zahlen der letzten 5 Kolumnen, so sieht man, dafs, bei gleichem anfänglichen Abstande der Glasplatten, die Dauer der ersten halben Schwingung des Pendels um so geringer ist, als die Kraft gröfser ist, die dasselbe zur Verticale zurückzuführen trachtet. Ist nämlich die Ablenkung der Aufhängefäden 5 Millimeter, der ursprüngliche Zwischenraum zwischen den Glasplatten, durch die Dicke des Fadens No. 1 gemessen: $0^{m},0565$, und folglich die Kraft, die sie zur Verticale zurückzubringen trachtet, durch $0^{gr},02763$ ausgedruckt, so ist die Dauer der ersten vollen halben Schwingung 832 Sekunden; während, wenn bei dem nämlichen ursprünglichen Zwischenraum die Aufhängefäden um 25 Millimeter abgelenkt sind, und folglich die Kraft, welche sie zur Vertikale zurückzuführen trachtet, durch $0^{gr},14023$ ausgedruckt ist, die Dauer dieser halben Schwingung nicht mehr als 184 Sekunden beträgt.

Diese Verringerung der Dauer der ersten Oscillationen des Pendels, nach dem Maafse als die Kraft, die sie erzeugt, beträchtlicher wird, ist eine nothwendige Folge der mechanischen Gesetze, und unter diesem

Dauer der ersten halben Schwingung der Pendel;				
ihr ursprüngl. Abstand gemessen durch die Drähte:				
No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
832″	585″	380″	273″	163″
440	261	217	128	91
296	177	145	79	64
225	131	110	56	51
184	106	90	44	37

Gesichtspunkt bestätigen unsere Versuche nur eine bekannte Wahrheit.

Wenn man aber, in den nämlichen Horizontalreihen der Tafel die Dauer der ersten Oscillationen des Pendels betrachtet, wo die Ablenkung der Aufhängefäden dieselbe blieb und nur der ursprüngliche Zwischenraum der Glasplatten verändert ward, so sieht man, dass die Dauer der Schwingungen um so grösser ist, als dieser anfängliche Zwischenraum kleiner ist.

War so z. B. der Silberdraht No. 1 zwischen die Glasplatten gesteckt, oder was gleich ist, diese anfänglich um 0mm,0563 von einander entfernt, so betrug die Dauer der ersten halben Schwingung 832″; während, wenn der ursprüngliche Zwischenraum dieser beiden Flächen durch den Silberdraht No. 5 von 0mm,248 gemessen wurde, die Dauer der ersten halben Schwingung nur 163″ betrug, d. h. ungefähr 5mal weniger.

Bevor aus diesen Beobachtungen irgend eine Folgerung gezogen wird, ist es zweckmäsig, die wesentlichen Umstände von ihnen anzugeben.

Sobald die Glasplatten, nach vorhergehender ge-

genſeitiger Annäherung bis zu dem Abſtande, der von dem Durchmeſſer eines unſerer Drähte gemeſſen wird, ihrer Schwere und ihrer wechſelſeitigen Anziehung überlaſſen wurden, ſchienen ſie auf eine mehr oder weniger lange Zeit gänzlich aller Bewegung beraubt. Indeſs bewegen ſie ſich, aber mit einer faſt unmerklichen Geſchwindigkeit; ihr Abſtand von einander fährt fort ſich zu vergröſsern, bald kann man den Zwiſchenraum ſchätzen, und zwar mit um ſo gröſserer Leichtigkeit, als die Platten noch im Gleichgewicht ſtehend und ſich gegenſeitig zurückhaltend erſcheinen; ſind ſie endlich bis zu 2 oder 2½ Millimeter Abſtand gelangt, ſo ſcheinen ſie ſich loszureiſsen, und die Geſchwindigkeit, mit welcher ſie ſich entfernen, wächſt plötzlich, bis das Pendel, von dem ſie einen Theil ausmachen, ſich wieder in der Vertikale befindet. Die ganze Dauer einer Schwingung theilt ſich, wie man ſieht, in zwei ſehr verſchiedene Zeiten. Die erſte, mehr oder weniger lang, iſt diejenige, während welcher die Anziehung der Glasplatten mit gröſserer oder geringerer Stärke ihrer Schwere entgegenwirkt, oder was daſſelbe iſt, während welcher die Waſſerſchichten, die die Flächen benetzen und ihnen anhaften, ſich gegenſeitig durchdringen, die zweite, welche im Vergleich mit der erſten ſtets auſserordentlich kurz iſt, iſt diejenige, welche von dem Augenblicke an verſtreicht, wo die die beiden Flächen benetzenden Waſſerſchichten aufhören ſich zu durchdringen und gewiſſermaſsen auseinander fahren bis zur Rückkehr des Pendels zur Vertikale. Während dieſes letzten Theils der Schwingung haben die beiden Pendel die Gränze ihrer gegenſeitigen Anziehung überſchritten,

und gehorchen nur der Schwere, abgeändert durch den Widerstand der Flüssigkeit, in welcher sie schwingen.

Nun geht aus den ersten, so eben erwähnten, Beobachtungen hervor, daſs wenn man den anfänglichen Abstand der Glasplatten durch Zwischensetzung von Cylindern bestimmt, deren Durchmesser folgweise von 6 Millimetern bis zu 2½ Mllmtr. abnimmt, die Dauer der ersten halben Schwingung unserer Pendel ungefähr 7 Sekunden beträgt. Wenn man also annimmt, daſs für jeden andern ursprünglichen Zwischenraum, kleiner als 2½ Mllmtr., die Dauer dieser halben Schwingung 7 Sekunden übersteigt, so muſs man daraus schlieſsen, daſs bei diesem Abstande von 2½ Mllmtr. die flüssigen Schichten, welche den Glasplatten anhaften, aufhören sich zu durchdringen, oder auch, daſs die Dicke dieser Schichten 1¼ Mllmtr. beträgt.

Da es sich in diesem Augenblick nur darum handelt, die Erscheinung selbst, nachzuweisen und nicht darum die Gesetze streng anzugeben, so können wir die so eben angeführte Hypothese annehmen.

Mithin beträgt die horizontale Entfernung, die jede unserer Glasplatten durchläuft, so lange sie unter dem Einfluſs ihrer gegenseitigen Anziehung bleiben: 1¼ Millimeter, weniger die halbe Dicke des Fadens, welcher den ursprünglichen Abstand der Platten miſst; und die Zeit um diesen Raum zu durchlaufen, wird die ganze Dauer der beobachteten Oscillation seyn, verringert um die constante Anzahl von 7 Sekunden.

Diese Räume und die Zeiten, in welchen sie durchlaufen wurden, sind in folgender Tafel enthalten:

Ablenkung der Fäden	Anfänglicher Abstand der Glasplat den Draht No. 1		den Draht No. 2	
	durchlauf. Raum	gebraucht. Zeit	durchlauf. Raum	gebraucht. Zeit
centmtr	centmtr		centmtr	
0,5		825″		578″
1,0		433		254
1,5	0,1222	289	0,1194	170
2,0		218		124
2,5		177		99

Man sieht, daſs, wenn der ursprüngliche Abstand der Glasplatten $0^{mm},0563$ (Draht No. 1), und die Ablenkung des Aufhängefadens 5 Millimeter betrug, das Pendel 825″ gebrauchte, um einen Raum von $1^{mm},22$ zu durchlaufen. Die mittlere Geschwindigkeit, mit der dieser Raum durchlaufen worden, betrug also: $0,^{cent}000148 = \frac{148}{100000}$ Millimeter in der Sekunde.

Man sieht auch, daſs wenn bei gleicher Ablenkung der Aufhängefäden der ursprüngliche Abstand der Glasplatten $0,^{mm}2481$ (Draht No. 5) betrug, das Pendel 156″ gebrauchte, um $1,^{mm}126$ zu durchlaufen; die mittlere Geschwindigkeit mit der dieser Raum durchlaufen wurde, betrug also $0,^{cent}00071795 = \frac{718}{100000}$ Millimeter, d. h. war 5mal gröſser, als wenn das ursprüngliche Intervall der Glasplatten 4 bis 5mal kleiner war.

Wann aber die Geschwindigkeit geringer war, so war das anfängliche Vermögen der Schwerkraft, die Pendel nach der Vertikale zurückzuführen, gröſser, weil in diesem Fall die Gröſse e der Formel:

ten von einander, gemessen durch:

den Draht No. 3		den Draht No. 4		den Draht No. 5	
durchlauf. Raum	gebraucht. Zeit	durchlauf. Raum	gebraucht. Zeit	durchlauf. Raum	gebraucht. Zeit
centmtr		centmtr		centmtr	
	373″		266″		156″
	210		121		84
0,1171	138	0,1154	72	0,1126	57
	103		49		44
	83		37		30

$$F = \frac{P(b-e)}{\sqrt{l^2-(b-e)^2}}$$

kleiner war; und umgekehrt, wann die Geschwindigkeit grösser war, war die anfängliche Kraft der Schwere geringer.

Mithin hat bloss die Anziehung, welche die benetzten Flächen auf einander ausüben, einen Einfluss auf die Verringerung oder Vergrösserung der beobachteten Geschwindigkeiten.

Und folglich: *wenn diese Flächen, gänzlich eingetaucht in einer Flüssigkeit, die sie zu benetzen fähig ist, parallel einander hinreichend genähert werden, damit die ihnen anhaftenden Schichten sich gegenseitig durchdringen; so üben sie vermittelst der zwischenliegenden Flüssigkeit, in merklichen Abständen und scharf bestimmbar, Anziehungen auf einander aus, um so grössere, als diese Abstände kleiner sind.*

Diess ist die allgemeine Folgerung, welche ich mich heute begnüge, aus meinen Beobachtungen abzuleiten. Durch Wiederholung derselben mit anderen Flüssigkeiten als Wasser wird man die veränder-

liche Dicke der Schichten dieser verschiedenen Flüssigkeiten bestimmen können, welche den von ihnen benetzten Flächen anhaften; aber diese Versuche müssen, um sie vergleichbar zu machen, bei der nämlichen Temperatur angestellt werden; denn hier, wie bei dem Durchfliessen durch Haarröhrchen, übt die Temperatur einen grossen Einfluss auf die Resultate aus, welche man erhält.

Ich habe z. B. bemerkt, dass, unter übrigens gleichen Umständen, bei 5° C. unsere beiden Glasplatten 783″ gebrauchen, um sich von einander zu entfernen, während sie bei 20° C. nur einen Zeitraum von 520″ dazu erfordern.

(Am Schlusse sagt Hr. Girard, dass der Apparat, welchen er der Akademie vorlege, schon seit zwanzig Jahren ausgeführt worden sey; die Versuche aber, zu denen derselbe bestimmt war, mehr Zeit erforderten, als er ihnen bis jetzt habe widmen können; dass er den Apparat selbst einer Vervollkommnung fähig halte, und es den Mitgliedern der Akademie, welche sich für diesen Zweig der Physik interessiren, überlasse, diese Untersuchungen weiter zu verfolgen.)

III.

Ueber die Verdunſtungskälte und deren Anwendung auf Hygrometrie;

von

E. F. August, Profeſſor in Berlin.

Bei mehreren Beobachtungen über die Verdunſtungskälte des Waſſers in der freien Luft bediente ich mich zufälliger Weiſe zweier kleinen Thermometer, die, zu Daniell'ſchen Hygrometern beſtimmt, ſorgfältig gegen einander abgeglichen worden. Sie waren, wie es bei dieſem Hygrometer bis jetzt noch üblich iſt, nach Fahrenheit getheilt und ſtimmten beide ſehr gut mit dem inneren Thermometer eines Daniell'ſchen Hygrometers überein, das ich bei meinen Beobachtungen verglich. Ich umwickelte die Kugel des einen kleinen Thermometers mit Muſſelin, den ich durch einen damit in Verbindung geſetzten und in ein Gläschen mit Waſſer gelegten Löſchpapierſtreifen fortdauernd feucht erhalten konnte. Das andre Thermometer blieb trocken und zeigte frei aufgehängt die Temperatur der umgebenden atmoſphäriſchen Luft an. Da nun, wie bekannt, ein befeuchtetes Thermometer immer niedriger ſteht, als ein trocknes, wenn die umgebende Luft nicht vollkommen mit Waſſerdunſt geſättigt iſt, und da die Differenz beider Thermometer conſtant bleibt, ſo lange ſich der Zuſtand der umgebenden Luft nicht ändert; ſo wurde es leicht,

bei meiner Vorrichtung den Temperaturunterschied beider Thermometer von Zeit zu Zeit genau zu beobachten und das Resultat jeder Beobachtung mit einem Versuche am Daniell'schen Hygrometer zu vergleichen.

Sehr bald bemerkte ich, *dass die Differenz des feuchten und trocknen Thermometers mit ziemlicher Genauigkeit jedes Mal halb so groß war, wie die Differenz des innern und äussern Thermometers an dem Daniell'schen Instrumente im Augenblicke des Beschlagens.*

Am Daniell'schen Hygrometer zeigte sich z. B. äusserlich der hauchartige Beschlag, während das innere Thermometer 56,5° Fahr. zeigte, und verlor sich wieder bei 57,3°. Die Temperatur der Luft war 77°. Die Differenz des Mittels jener Angaben von der letzten beträgt 20,1° die halbe Differenz also 10,05°. Das feuchte Thermometer stand auf 67°, hatte also gegen die Luft eine Differenz von 10°, welches mit der eben berechneten halben Differenz des Daniell'schen Instrumentes genau übereinstimmt. Dieser Versuch wurde im verschlossenen Zimmer mit derjenigen Vorsicht angestellt, die das Daniell'sche Hygrometer immer erfordert, wenn die Anzeigen desselben zuverlässig seyn sollen. Sie sind aber um so zuverlässiger, je näher die Punkte des Entstehens und Verschwindens des Hauchringes einander liegen. Viele andre Versuche bei verändertem Luftzustande, sowohl im Freien, als auch im Zimmer, und unter einer Campane versicherten mich von der Richtigkeit meiner Beobachtung. Ein Hygrometer war also leicht eingerichtet. Meine beiden genau correspondirenden Thermometer

wurden an einem Bretchen perpendiculär herabhangend befestigt und alles so eingerichtet, dass sie von der Wand, an der das Bretchen hing, gehörig weit abstanden, um der Luft freien Zutritt zu gewähren. Der Musselinstreif des feuchten Thermometers wurde in ein Gläschen mit Wasser geleitet, das hinter dem Bretchen befestigt war. Da das Wasser schon in diesem Musselinstreif zum Theil verdunstet; so bringt es die der Verdunstung zukommende Temperaturerniedrigung schon mit an die Thermometerkugel und macht die Beobachtung zuverlässiger. An diesem Instrumente, für welches ich den Namen *Psychrometer* vorschlage, kann man aus der Differenz der beiden Thermometer die Veränderungen der Feuchtigkeit in der Luft bequem beobachten, ohne einen Versuch zu machen, wie bei dem Daniell'schen Hygrometer nothwendig ist. Auch hier wird man wie bei jenem Instrumente schliessen, dass, je näher beide Thermometer sind, desto feuchter auch die Luft sey; je entfernter, desto trockner; und nach der oben angeführten Bemerkung wird die Verdopplung dieser Differenz mit ziemlicher Genauigkeit angeben, um wie viel Grade die Luft sich abkühlen müsste, um den in ihr enthaltenen Dunst zum Theil tropfbar niederzuschlagen; was bekanntlich durch die Differenz des äusseren und inneren Thermometers am Daniell'schen Instrumente unmittelbar angegeben wird. (Man sehe die Beschreibung desselben unter andern auch in diesen Annalen Jahrgang 1820, 6tes und 8tes Stück.)

Das oben erwähnte einfache Verhältniss zwischen den Angaben des befeuchteten Thermometers und denen des Daniell'schen Hygrometers ist zwar, wie die spä-

tere Unterſuchung zeigen wird, nicht allgemein, trifft aber bei gewöhnlichem Barometerſtande und in mittleren Temperaturen ziemlich genau zu, ſo daſs ſie ſich bei allen meinen Beobachtungen innerhalb der Gränzen zweier Fahrenheitſchen Grade bewährt hat. Beſonders waren folgende Verſuche zur Prüfung dieſer Uebereinſtimmung ſehr geeignet.

Das Daniell'ſche Hygrometer muſs bei unveränderter Feuchtigkeit der Luft immer bei derſelben Temperatur des inneren Thermometers einen Hauchring erhalten, die Luft mag kälter oder wärmer ſeyn. Wird ſie wärmer, ſo dehnt ſie ſich aus und der Dunſt mit ihr nach denſelben Geſetzen, ohne ſeine Expanſivkraft zu ändern. Er muſs alſo immer wieder bis zu demſelben Grade erkalten, wenn er tropfbar oder als Hauchring ſichtbar werden ſoll. Stimmt nun ein befeuchtetes Thermometer mit dem Daniell'ſchen Inſtrument auf die beſchriebene Art überein, ſo muſs die doppelte Differenz deſſelben von dem Stande des trocknen Thermometers abgezogen immer auf dieſelbe Temperatur zurückführen, wenn ſich die Feuchtigkeit der Luft nicht ſehr geändert hat; und dieſe muſs mit der Temperatur des inneren Thermometers am Daniell'ſchen Hygrometer übereinſtimmen. Ich ſuchte daher in einem Garten bei ziemlich ruhiger nicht ſehr veränderlicher Witterung, während die Sonne ſchien, mehrere Plätze von verſchiedener Erwärmung auf, an denen ich gleichen Dunſtgehalt vorausſetzen konnte. Brachte ich nun das Inſtrument in möglichſt kurzer Zeit an alle dieſe Plätze, ſo veränderten zwar jedes Mal beide Thermometer ihren Stand; wenn ich aber den doppelten Unterſchied ihrer Angaben von der Tem-

peratur der freien Luft abzog, erhielt ich jederzeit ziemlich dieselbe Anzahl von Graden, welche mit den Anzeigen des Daniellschen Instrumentes übereintraf.

In dieser Art machte ich z. B. am 30ten Juli Mittags 5 Beobachtungen, drei im Schatten, zwei im Sonnenschein, deren Resultate folgende waren:

a) im Schatten;

1) das trockne Thermometer 75°, das feuchte 59°, die Differenz ist also 16°, verdoppelt 32°, dies von 75° abgezogen giebt 43°;

2) das t. Th. 77°, das f. 60°, Differenz 17°, verd. 34°, von 77° abgez. giebt 43°;

3) das t. Th. 76°, das f. 60°, Differenz 16°, verd. 32°, von 76° abgez. giebt 44°;

b) im Sonnenschein:

4) das t. Th. 83°, das f. 63°, Differenz 20°, verd. 40°, von 83° abgez. giebt 43°;

5) das t. Th. 87°, das f. 65°, Differenz 22°, verd. 44°, von 87° abgez. giebt 43°.

Das Daniellsche Hygrometer gab an einer Stelle im Schatten 42° an.

Eine vierwöchentliche Beobachtung ergab jederzeit dieselben Resultate und ich konnte mich für überzeugt halten, daſs die oben angegebene Uebereinstimmung dieses Psychrometers mit dem Daniellschen Hygrometer bei einem Barometerstande von 331—340 Linien Paris. und einer Temperatur von 10—24° Reaum. ohne bedeutende Abweichung Statt finde.

Da nun die Beobachtung dieses Instrumentes so einfach ist und viele Vorzüge vor der des Daniellschen Hygrometers hat; so muſste es mir wichtig seyn, zu untersuchen, in welchen Gränzen überhaupt diese Uebereinstimmung eingeschlossen sey, und ob sich nicht aus den Angaben des Psychrometers in jedem

Fälle auf eine einfache Weise der Dunstgehalt der Luft würde bestimmen lassen.

Die von mir darüber angestellten mathematischen Untersuchungen stimmen so genau mit den von Hrn. Gay-Lussac für die Verdunstungskälte in trockner Luft angewandten, und durch Versuche bewährten Formeln *), und mit Hrn. Ivory's Formeln **), welche ich durch gütige Mittheilung des Herausgebers dieser Annalen kennen lernte, überein, dass ich es der Mühe für werth halte, sie hier vollständig vorzulegen, da meines Wissens etwas Aehnliches in deutschen Schriften noch nicht geschehen ist.

Wenn man ein befeuchtetes Thermometer den Einwirkungen der atmospärischen Luft aussetzt, und diese ist noch nicht vollkommen mit Wasserdunst gesättigt, so wird sich Dunst an demselben entwickeln, das Thermometer wird dadurch abgekühlt werden, da die Wärmebindung mit der Dunstentwicklung verbunden ist. Denken wir uns nun den Einfluss der Wärme von Aussen her fort; so werden wir ein Sinken des Thermometers bis zu dem Punkte annehmen müssen, wo der im Maximo an dem Thermometer gebildete Dunst gleiche Expansivkraft mit dem in der Atmosphäre schon vorhandnen Dunste hat. Denn je kälter das Thermometer wird, desto kälter wird auch die Feuchtigkeit an demselben, desto schwächer also die Expansivkraft, mit der sich der Dunst aus dieser Feuchtigkeit entwickelt. Wenn diese nun so gering geworden ist, dass der Druck des Dunstes in der Luft

*) Annales de Chem. et Phys. Tom. XXI. p. 86.

**) Philosophic. Magazine, Tom. LX. p. 81.

dem neugebildeten am Thermometer das Gleichgewicht hält; so wird keine Erkaltung weiter Statt finden können; indem bei einer niedrigeren Temperatur nicht nur die Dunstentwicklung gehindert seyn, sondern sich auch noch Dunst aus der Luft am Thermometer condensiren würde. Man sieht also ein, daſs unter der Voraussetzung, daſs das feuchte Thermometer von Auſsen her keine Wärme empfängt, dieses so tief sinken würde, wie das innere Thermometer am Daniellschen Instrument beim Entstehen des Ringes. Nun wirkt aber die von Auſsen andringende Wärme auf das Thermometer mit dem Bestreben, sowohl dieses als auch die feuchte Belegung desselben, und den daran gebildeten Dunst mit der äuſseren Luft in thermometrischem Gleichgewichte zu erhalten. Aus dem entgegengesetzten Wirken dieser beiden Thätigkeiten, der Wärmebindung beim Verdünsten und der Wärmemittheilung von Auſsen, entsteht nun jenes Verharren des Thermometers auf dem constanten Punkte, bei dem sich beide Thätigkeiten das Gleichgewicht halten. Dieser constante Punkt der Verdunstungskälte muſs daher zwischen der Temperatur der freien Luft und der Angabe des Daniellschen Hygrometers liegen. In wie fern aber und unter welchen Umständen er genau in der Mitte zwischen diesen beiden Punkten liegt, muſs eine genaue Untersuchung ergeben.

Mit Gewiſsheit ist anzunehmen, daſs der feuchten Belegung aus der umgebenden Luft in jedem Momente eben soviel Wärme zugeführt wird, als die Verdunstung der Feuchtigkeit Wärme bindet, weil sonst der Stand des Thermometers nicht bleibend seyn

könnte. Es kommt also nur darauf an, aus der Temperatur der Luft und des Instrumentes, so wie aus dem Barometerstande diese Wärmemenge zu bestimmen, um daraus den Feuchtigkeitsgehalt der Luft berechnen zu können.

Die Luft um das feuchte Thermometer wird in der nächsten Schicht, die wir so klein annehmen können, als wir wollen, die Temperatur des Thermometers annehmen und sich bei dieser Temperatur im Dunstsättigungszustande befinden, indem der in ihr schon vorhandene Dunst durch den neu entwickelten bis zum Maximum vermehrt worden ist. Diese unmittelbare Umgebung des Thermometers (ein Raum, etwa von zwei concentrischen sehr nahen Kugelflächen begränzt), in der wir gleiche Temperatur mit dem Thermometer und ein Dunstmaximum annehmen können, wollen wir bei unsrer Betrachtung zunächst zum Grunde legen. Es befinden sich in diesem Raume drei Bestandtheile: 1) trockene Luft; 2) atmospärischer Dunst (so will ich die Dunstmenge nennen, welche die umgebende Luft schon enthält); 3) neugebildeter Dunst. Die ersten beiden Bestandtheile haben nun offenbar ihre Wärme hergegeben, um die Bildung des dritten zu befördern. Was also die trockne Luft und der atmosphärische Dunst an Wärme verloren haben, das hat der neugebildete Dunst bei seiner Entstehung gebunden.

Um nun sowohl die Wärmebindung von der einen, als auch die Wärmemittheilung von der andern Seite messen zu können, wollen wir das Gewicht dieser dünnen Schicht, als trockne Luft unter dem Barometerstande $n = 28''$ und bei der Temperatur

des Gefrierpunktes gedacht, durch ω bezeichnen und als Einheit dieser Zahl das Gewicht eines Cubikfußes Wasser bei 0° annehmen. Der jedesmalige Barometerstand bei der Beobachtung werde durch b, so wie die Temperatur der Luft durch t, und die erniedrigte Temperatur der Verdunstungskälte durch t' bezeichnet. Ferner sey e', die zu der Temperatur t' gehörige Expansivkraft des Wasserdunstes im Maximo, und e die Expansivkraft des in der Luft vorhandenen Dunstes.

In dem bei unsrer Betrachtung zum Grunde gelegten Raume stehen trockene Luft und Dunst zusammen unter dem Drucke b, da aber der Dunst bei der Temperatur t' im Maximo ist, mithin die Expansivkraft e' hat, so bleibt für die trockene Luft der Druck $b - e'$. Bezeichnen wir nun das Gewicht dieser trocknen Luft mit L, so ist $L : \omega$ zusammengesetzt aus dem Verhältniss des Druckes $b - e' : n$, und aus dem umgekehrten Verhältniss der Wärme $1 : 1 + mt'$, wobei m den bekannten Ausdehnungscoefficienten für einen Grad (nämlich 0,00375 bei hunderttheiliger Scala) bezeichnen soll. Es ist also:

$$L : \omega = b - e' : n\,(1 + mt') \text{ folglich}$$

$$L = \frac{b - e'}{n} \cdot \frac{\omega}{1 + mt'}.$$

Der Dunst, welcher in der angenommenen Schicht, unter dem Drucke e' steht, enthält sowohl den atmosphärischen Dunst, welcher den Druck e hat, als auch den neugebildeten. Der letztere steht also unter dem Drucke $e' - e$. Nennen wir nun das Gewicht des atmosphärischen Dunstes D, so ist das Verhältniss $D : \omega$ aus drei Verhältnissen zusammengesetzt, näm-

lich: 1) aus dem Verhältnifs der Dichtigkeiten $\delta : 1$, wenn wir unter δ das specifische Gewicht des Dunstes gegen trockne Luft verstehen; 2) aus dem Verhältnifs des Druckes $e : n$; 3) aus dem umgekehrten Verhältnifs der Temperaturen $1 : 1 + mt'$. Es ist also:

$$D : \omega = \delta e : n (1 + mt'); \text{ folglich}$$

$$D = \frac{e}{n} \cdot \frac{\delta \omega}{1 + mt'}.$$

Auf dieselbe Weise werden wir das Gewicht des neugebildeten Dunstes, das durch d bezeichnet werden mag, bestimmen. Es ist also:

$$d = \frac{e' - e}{n} \cdot \frac{\delta \omega}{1 + mt'}.$$

Wenn nun die Wärmecapacität der Luft $= \gamma$ bekannt ist; unter welcher Zahl wir die verhältnifsmäfsige Wärme verstehen, welche die Temperatur der Luft um 1° erhöht, auf eine Einheit bezogen, welche die Wärmemenge ausdrückt, die erforderlich seyn würde, um einer gleich grofsen Gewichtmenge Wassers dieselbe Temperaturerhöhung zu geben; so ist deutlich, dafs die von der Luftmasse L, bei dem Uebergange aus der Temperatur t in die niedrigere t' abgetretene Wärmemenge durch

$$L \cdot \gamma (t - t') = \frac{b - e'}{n} \cdot \frac{\omega}{1 + mt'} \gamma (t - t')$$

vorgestellt wird, zu welcher Zahl als Einheit diejenige Wärmemenge gehört, welche die Temperatur eines Cubikfufses Wasser um einen Grad erhöhen würde.

Stellen wir eben so die specifische Wärme des Wasserdunstes für einen Grad durch k vor, so ist

$$D \cdot k (t - t') = \frac{e}{n} \cdot \frac{\delta \omega}{1 + mt'} k (t - t')$$

der Wärmegehalt, den der atmosphärische Dunst an das Thermometer abgetreten hat, auf dieselbe Einheit bezogen.

Wenn endlich unter λ die latente Wärme des Wasserdunstes, d. h. diejenige Zahl verstanden wird, welche angiebt, um wieviel Grade eine dem gebildeten Dunst gleiche Gewichtsmenge Wassers durch die Wärme, welche der Dunst gebunden hat, erhöht werden kann; so ist offenbar

$$d \cdot \lambda = \frac{e' - e}{n} \cdot \frac{\delta \cdot \lambda \cdot \omega}{1 + mt'}$$

ein Ausdruck, für die durch den neugebildeten Dunst gebundene Wärmemenge, auf eine Einheit bezogen, welche, wie in den beiden vorigen Fällen, die Wärmemenge bestimmt, durch die ein Cubikfuss Wasser um einen Grad erhöht werden kann.

Da nun, wie wir oben erinnert haben, die von der Luft L und dem Dunste D abgetretene Wärme der durch den Dunst d gebundenen gleich ist; so erhalten wir folgende Gleichung:

$$\frac{b - e'}{n} \cdot \frac{\omega}{1 + mt'} \gamma \cdot (t - t') + \frac{e}{n} \cdot \frac{\omega\delta}{1 + mt'} \cdot k\,(t - t') = \frac{e' - e}{n} \cdot \frac{\delta\,\omega\,\lambda}{1 + mt'}$$

oder mit Auslassung der gleichen Factoren zu beiden Seiten:

$$(b - e')\,\gamma\,(t - t') + e\,\delta\,k\,(t - t') = (e' - e)\,\delta\,\lambda$$

Aus dieser Gleichung folgt für die Expansivkraft des in der Luft vorhandnen Dunstes der Ausdruck:

$$e = \frac{e' - \frac{\gamma}{\delta\lambda}(b - e')\,(t - t')}{1 + \frac{k}{\lambda}\,(t - t')} \quad \text{oder}$$

$$e = \frac{1 + \frac{\gamma}{\delta\lambda}(t - t')}{1 + \frac{k}{\lambda}(t - t')} e' - \frac{\frac{\gamma}{\delta\lambda}(t - t')}{1 + \frac{k}{\lambda}(t - t')} b.$$

Durch diese Formel wird also die Expansivkraft des atmosphärischen Dunstes $= e$, bestimmt; wenn bekannt ist:

1) die Temperatur der Luft t, bei den folgenden Rechnungen nach Centesimalgraden bestimmt.

2) Die Verdunstungskälte t', zu der das befeuchtete Thermometer des Psychrometers hinabsinkt, auf gleiche Scale mit t bezogen.

3) Die zu der Temperatur t' gehörige Expansivkraft des Wasserdunstes im Maximum $= e'$, auf gleiche Einheit mit dem Barometerstande zurückgeführt. Im Folgenden werden die Biot'schen nach Dalton berechneten Zahlen angewendet werden, die in Millimetern den Werth von e' angeben.

4) Der Barometerstand b, bei 0° in gleicher Einheit mit der Expansivkraft des Dunstes ausgedrückt, also hier in Millimetern.

5) Die specifische Wärme der trocknen Luft γ. Nach den zuverlässigsten Angaben aus Biot 0,2669. (Log γ = 0,4263486 — 1.)

6) Die specifische Wärme des Wasserdunstes k, nach denselben Angaben 2,8470. (Log k = 0,9278834 — 1.)

7) Die Dichtigkeit des Wasserdunstes, im Vergleich zur trocknen Luft δ, nach denselben Angaben 0,62349. (Log δ = 0,7948295 — 1.)

8) Die latente Wärme im Wasserdunste λ, nach

Gay-Lussac 550° Centesim. (Nach Watt 524°.)*) (Log $\lambda = 2{,}7403627$ oder Log $\lambda = 2{,}7201593$.)

Bringen wir alle constanten Gröſsen, die bis jetzt durch griechische Buchstaben bezeichnet worden sind, in Zahlen und folgen in der Annahme der latenten Wärme Gay-Lussac's Bestimmungen, so erhalten wir

$$e = \frac{e' - 0{,}00077832\ (b - e')\ (t - t')}{1 + 0{,}0015400\ (t - t')}$$

oder

$$e = \frac{1 + 0{,}00077832\ (t - t')}{1 + 0{,}0015400\ (t - t')}\ e' - \frac{0{,}00077832\ (t - t')}{1 + 0{,}0015400\ (t - t')}\ b.$$

Da aber $t - t'$ schwerlich über 20° betragen wird, so kann für hygrometrische Beobachtungen folgende Formel gnügen:

$$e = e' - \frac{0{,}00077832\ (t - t')}{1 + 0{,}0015400\ (t - t')}\ b,$$

wobei höchstens um $\frac{1}{100}$ e', d. i. nach den Daltonschen Zahlen höchstens 0,1 Millimeter gefehlt werden kann.

Diese Formel geht noch mehr vereinfacht in folgende über:

$$e = e' - 0{,}00077832\ (t - t')\ b,$$

wobei höchstens um 0,03 vom Werthe des zweiten Gliedes gefehlt werden kann, welches wiederum mit 0,1 Millim. übereinstimmt. Daher wird man die Expansivkraft des Wasserdunstes in den meisten Fällen noch in den Zehnteln der Millimeter ziemlich genau erhalten, was für Beobachtungen, die nicht die gröſste Schärfe verlangen, meistens ausreicht. Kürzt man den

*) Die letztere Annahme besonders noch durch anderweitige Versuche bewährt in Fischers mechan. Naturlehre. Dritte Aufl. I. Thl. pag. 204.

Zahlenfactor des zweiten Gliedes bis zur vierten Decimale ab, so erhält man:

$$e = e' - 0{,}0008\,(t - t')\,b,$$

welcher Ausdruck auch auf die Wattsche Bestimmung der latenten Wärme noch passen würde.

Die Uebereinstimmung der Formel

$$(e' - e)\,\delta\lambda = (b - e')\,\gamma\,(t - t') + e\,\delta k\,(t - t')$$

mit den über die Verdunstung des Wassers bekannten Gesetzen, ergiebt sich aus folgenden Prüfungen.

1) Setzt man in derselben $t = t'$ so ist $t - t' = 0$, mithin $e' - e = 0$ oder $e' = e$, das heisst, wenn beide Thermometer des Psychrometers übereinstimmen, ist die Luft mit Dunst gesättigt; indem der in ihr vorhandne Dunst dieselbe Expansivkraft hat, wie der im Maximo sich an der feuchten Belegung der Kugel entwicklende Dunst.

2) Setzt man $e = 0$, so wird dadurch die Luft als vollkommen trocken angenommen und die Formel geht in

$$e'\,\delta\lambda = (b - e')\,c\,(t - t')$$

über.

Diese Formel entwickelt Gay-Lussac, bei dem besondren Falle der Bestimmung der Verdunstungskälte in trockner Luft. Die Versuche, welche er darüber anstellte, stimmen ziemlich genau mit der Formel überein; doch zeigt sich eine regelmäsige Vermehrung der Differenz zwischen Formel und Versuch, je mehr die äussere Temperatur zunimmt. Bei 0° z. B. sank das feuchte Thermometer um 5,82°, die Rechnung gab 5,85; bei 25° hingegen sank das feuchte

Thermometer um 14,70, die Rechnung giebt 15,75. Gay-Lussac giebt in dem erwähnten Aufsatze selbst als Ursache dieser Abweichung die Schwierigkeit an, bei einer sehr niedrigen Temperatur der äufseren Luft, das Zimmer und den Apparat lange Zeit constant in derselben höheren Temperatur zu erhalten. Vielleicht lag die Ursache aber auch in der unvollkommenen Abtrocknung der angewandten Luft, welche von dem Gazometer ausströmend, nur durch eine mit salzsaurem Kalk gefüllte Röhre geleitet wurde, ehe sie gegen das feuchte Thermometer strömte. Dafs ein solches Verfahren zum vollkommnen Austrocknen hinreiche, kann bezweifelt werden. Man vergleiche darüber unter andern die im XV. Bande dieser Annalen, S. 146 etc. enthaltnen Bemerkungen. In der That, wenn man Gay-Lussac's Versuche als Beobachtungen zur Feuchtigkeitsmessung der angewandten Luft betrachtete und nach unsrer Formel behandelte, würde sich zeigen, dafs bei dem letzten Versuche, der in der Luft enthaltne Wasserdunst eine Expansivkraft von 4,093 (zu — 5° gehörig) und bei einem andern unter der Temperatur von 4° angestellten, wo die Verdunstungskälte 6,96° (nach der Rechnung 7,15) betrug, eine Expansivkraft von 3,653 (zu — 3°) gehörig) gehabt hätte.

3) Setzt man ferner in unsrer Fundamentalgleichung $b = o$ und $e = o$, so sind dies die Bedingungen zur Verdunstung im leeren Raume. Die Formel geht über in

$$s' \delta \lambda = -s' c (t - t') \text{ oder}$$

$$s' [\delta \lambda + c (t - t')] = o.$$

Da der letzte Factor unmöglich $= o$ seyn kann, so ist es der erste. Das Resultat ist also $e' = o$. Mit den Gesetzen der Verdunstung stimmt es aber vollkommen überein, daſs ein befeuchtetes Thermometer im leeren Raume, wo auch keine Wärmemittheilung Statt findet, (die Strahlung ist hier gar nicht berücksichtiget) so lange sinkt, bis sich kein Dunst mehr an demselben entwickeln kann.

4) Wird aber bloſs γ und $k = o$ angenommen; so setzen wir die Bedingungen, wie wir sie erläuterungsweise oben schon angenommen haben, daſs die äuſsre Luft dem Thermometer keine Wärme zuführe. Dann geht die Formel selbst in $e' - e = o$ oder $e' = e$ über, was mit dem oben Behaupteten übereinstimmt; daſs unter dieser Voraussetzung das feuchte Thermometer so tief sinken muſs, bis der an ihm im Maximo gebildete Dunst, mit dem in der Luft vorhandenen im Gleichgewichte der Expansivkraft ist.

Ehe wir nun nach unsrer Formel einige Berechnungen als Beispiele vorlegen, bleibt uns noch übrig, Ivory's Methode zur Lösung des Problems kurz zu berühren.

Es wird zuerst das Gewicht eines Cubikfuſses Luft und Dunst, wie sie vor der Bildung des neuen Dunstes waren, durch folgende Formel bestimmt:

$$A \ldots x = \frac{240\,\omega}{1 + mt} \cdot \frac{b - e}{30} + \frac{5\,\omega\,e}{1 + mt'}$$

in welcher ω das Gewicht eines Cubikfuſses Wasserdunst bei der Temperatur 0°, und dem Barometerstande 30″ engl. bedeutet. Die übrigen Buchstaben

sind hier mit den vorigen übereinstimmend gewählt; die Zahlenwerthe sind durch den bekannten Annäherungswerth von δ entstanden. Darauf wird die Menge des Dunstes bestimmt, welcher durch die, bei der Abkühlung eines Cubikfusses Luft von t zu t' Graden frei gewordne Wärme gebildet werden kann. Die Formel dafür ist:

$$B \ldots \; y = \left(\frac{240 \, \omega . \gamma . (b - e)}{30 . (1 + mt')} + \frac{5 \, \omega . e . k}{1 + mt'} \right) \frac{t - t'}{\lambda}.$$

Durch die Entwicklung dieses Dunstes, wird ferner geschlossen, ist e in e' übergegangen, so dass das Gewicht eines Cubikfusses Luft bei der erniedrigten Temperatur beträgt:

$$C \ldots \; z = \frac{240 \, \omega . (b - e')}{(1 + mt') \, 30} + \frac{5 \, \omega \, e'}{1 + mt'}.$$

Da nun die ersten beiden Ausdrücke A und B soviel betragen wie C allein, und Dunst gegen Luft in beiden offenbar dasselbe Verhältniss hat; so folgt daraus der Schluss, dass, was in dem Ausdrucke von $x + y$ Luft bedeutet (nämlich das erste Glied von A), sich zu dem, was in dem Werthe von z Luft bedeutet (nämlich das erste Glied von C), eben so verhalten müsse, wie das, was in dem ersten Werthe Dunst bedeutet (nämlich die übrigen Glieder von A und B), zu demselben Ausdrucke in dem Werthe von z (nämlich zu dem zweiten Gliede von z). Die Entwickelung dieser Proportion giebt die Gleichung:

$$\frac{b - e}{b - e'} = \frac{5 \, x + \left(240 . c . \frac{b - e}{30} + 5 \, e \, k\right) \frac{t - t'}{\lambda}}{5 \, e'}$$

und daraus

$$e\left[1 + \left(k - \tfrac{3}{8}\gamma\right)\left(1 - \frac{e'}{b}\right)\frac{t - t'}{\lambda}\right] =$$

$$e'\left[1 + \tfrac{3}{8}\gamma\frac{t - t'}{\lambda}\right] - \frac{b}{30} \cdot \frac{48\,c}{\lambda}\,(t - t').$$

Indem nun die Werthe für $b . \gamma . \lambda$ gesetzt werden, die wir oben angewandt haben, findet sich, dass die Coëfficienten von e und e' ziemlich genau unter sich und mit der Einheit übereinstimmen. Dies giebt die Näherungsformel:

$$e = e' - \frac{b}{30} \cdot \frac{48 \cdot \gamma}{\lambda}\,(t - t') \text{ oder}$$

$$e = e' - 0{,}0007583\,(t - t').$$

Die Abweichung des Zahlencoëfficienten in dieser Formel von der oben entwickelten rührt daher, weil für δ der Werth $\frac{5}{8}$ angewendet ist.

Um nun die Brauchbarkeit des Psychrometers zu hygrometrischen Bestimmungen an unmittelbaren Beobachtungen zu prüfen, gebe ich hier das Resultat mehrerer Berechnungen und Vergleichungen mit dem Daniellschen Hygrometer.

Die Beobachtungen wurden zwar alle mit den nach Fahrenheit eingetheilten Thermometern gemacht, aber auf Centesimalgrade reducirt, damit die Berechnung unmittelbar nach der oben entwickelten Formel gemacht werden konnte; aus demselben Grunde wurden auch die in Pariser Linien beobachteten Barometerstände auf Millimeter zurückgeführt. Auf diese Einheiten sind die Zahlen der folgenden Tabelle zurückzubeziehen. Der jedesmalige Werth von e' wurde aus Biot's Berechnung der Daltonschen Zahlen genommen.

Alles übrige in der Tafel erklärt ſich von ſelbſt. tr. Th. bedeutet trocknes Thermometer, alſo die Temperatur der Luft; f. Th. iſt das feuchte Thermometer; Diff. der Unterſchied beider; hlb. Diff., die durch einen vergleichenden Verſuch gefundene halbe Differenz am Daniellſchen Hygrometer; Exp. a, die Expanſivkraft in Millimetern nach dem Pſychrometer berechnet; Exp. b, dieſelbe nach Daniells Hygrometer; Diff. a — b, die Differenz beider.

	Bar.	tr. Th.	f. Th.	Diff.	hlb. D.	Exp. a.	Exp. b.	Diff. a — b.
1	750,0	9,7	9,1	0,6	0,7	8,612	8,534	0,078
2	750,0	11,9	11,1	0,8	0,9	9,664	9,475	0,189
3	754,3	13,1	11,9	1,2	1,5	9,932	9,475	0,475
4	766,4	9,0	7,8	1,2	1,6	7,552	7,307	0,245
5	759,5	17,5	15,5	2,0	1,9	12,414	11,804	0,610
6	762,6	18,4	16,1	2,3	3,0	12,331	11,592	0,739
7	761,2	17,2	14,8	2,4	2,6	11,248	10,641	0,607
8	767,6	14,3	11,8	2,5	2,8	9,075	8,693	0,382
9	760,5	18,9	15,6	3,3	4,0	11,337	9,955	1,380
10	756,0	17,8	14,2	3,6	4,0	10,099	9,308	0,791
11	758,2	21,1	17,2	3,9	3,6	12,312	12,017	0,295
12	758,2	21,7	17,5	4,2	3,7	12,402	12,387	0,015
13	763,7	21,1	15,5	5,6	5,5	9,878	9,475	0,403
14	762,7	19,9	14,0	5,9	6,9	8,561	7,444	1,117
15	766,6	20,3	14,2	6,1	6,9	8,578	7,484	1,094
16	759,8	23,9	17,2	6,1	6,8	11,003	9,308	1,695
17	761,5	25,3	19,0	6,3	6,3	12,516	11,243	1,373
18	765,3	20,8	14,3	6,5	7,5	8,419	7,317	1,102
19	755,3	28,3	21,1	7,2	7,0	14,181	12,087	2,094
20	760	25,0	16,1	8,9	9,7	8,061	7,217	0,844

Die Vergleichung der ſechſten und ſiebenten Spalte dieſer Ueberſicht von 20 Verſuchen zeigt die Uebereinſtimmung der Beobachtungen des befeuchteten Thermometers, mit denen des Hygrometers, auf eine für das erſtere Inſtrument recht günſtige Weiſe. Es iſt anzunehmen, daſs am Daniellſchen Hygrometer die Kugel, wenn ſie beſchlägt, an und für ſich ſelbſt ſchon etwas kälter ſeyn muſs als die Temperatur iſt,

bei welcher der in der Luft vorhandne Dunst im Maximo seyn würde; weil schon eine Condensation erfolgt, folglich das Maximum schon überschritten ist, wenn der Hauchring sichtbar wird; also schon aus diesem Grunde müssen die Angaben der siebenten Spalte geringer seyn als die der sechsten, daher auch die in der achten Spalte angegebenen Differenzen immer positiv sind. Mehrmals, wo die Luft sich gewiss auf dem Maximo von Feuchtigkeit befand, weil eine bedeutende Erkaltung in derselben entstanden war, gab das Daniellsche Hygrometer dennoch die Differenz von einem halben Centesimalgrad an; obgleich das trockne Thermometer und das befeuchtete beide völlig gleichen Stand hatten.

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

IV.

Erscheinung convergenter Sonnenstrahlen;

vom

Hrn. Prof. Kriess zu Gotha.

Es ist eine sehr gewöhnliche Erscheinung, dass, wenn die Sonne in Westen hinter durchbrochenen Wolken steht, Strahlen von ihr durch die Oeffnungen der Wolken gehen, die zum Theil in sehr divergenter Richtung auf die Erde zu fallen scheinen. Man bezeichnet diese Erscheinung wohl mit der Benennung: „*die Sonne ziehe Wasser*", und sie scheint nichts Ausserordentliches zu haben. Denn da in unserer Vorstellung die Sonne sich dicht hinter den Wolken befindet, — also nicht sehr entfernt ist — so scheinen auch die Strahlen eine solche Richtung anzunehmen, als ob sie von diesem nicht sehr entlegenen Punkt herkämen. Indessen ist die Täuschung, die dabei zum Grunde liegt, immer bemerkenswerth.

Mit dieser Erscheinung aber hängt eine andere zusammen, die seltner ist, und mehr Befremdendes zu haben scheint. Auf der der Sonne entgegengesetzten Seite des Himmels nämlich lassen sich bisweilen eben solche Strahlen sehen, die *convergent* gegen den Horizont gehen, als bei jener Erscheinung divergiren. Man sieht aber keinen Gegenstand, von welchem sie ausgehen, sondern sie scheinen nach einem Punkt hin zu convergiren, der ungefähr eben so weit unter

dem Horizont liegt, als die Sonne über demselben steht.

Brewster — im zweiten Bande seines Journal of science pag. 136 seq. — spricht von dieser Erscheinung und bemerkt, daſs er das Vergnügen gehabt hätte, sie am 9. October 1824 zu beobachten. Er setzt hinzu, daſs sie überaus selten, und, so viel er wüſste, bisher nur einmal beschrieben worden wäre, nämlich von Smith in seiner Optik. (Vol. II. Remarks. pag. 57. 58.) *)

Nicht lange nachdem ich dieses gelesen hatte, war ich gleichfalls so glücklich, die Erscheinung zu sehen — am 25. August dieses Jahres gegen Sonnenuntergang — und es könnte wohl seyn, daſs sie nicht so selten wäre, als Brewster meint, und daſs sie nur aus Unkunde weniger wäre beachtet worden. Dann, wie schon Smith bemerkt, und Brewster bestätigt, sind die Strahlen bei dieser Erscheinung nicht so lebhaft und in die Augen fallend, als bei der gewöhnlichen, wo sie divergiren. Es ist daher wohl der Mühe werth, die Aufmerksamkeit der Beobachter der Natur darauf hinzulenken. Ich hatte das Vergnügen, einen vollgültigen Zeugen der Erscheinung zu haben — den Geheimenrath von Schlotheim — unweit dessen Gartens ich sie zuerst gewahr worden war. Anfangs stand die Sonne etwa 5 bis 6 Grade über dem Horizont, und in der Nähe derselben, so wie auf der entgegengesetzten Seite des Himmels, war einiges Gewölk, doch nicht zusammenhängend, sondern durchbrochen. Von den convergirenden Strahlen waren die in der Nähe des Horizontes, die mit demselben ei-

*) Vergl. Kästners vollständ. Lehrbegriff der Optik. S. 420.

nen sehr spitzen Winkel bildeten, und deren Convergenz daher am augenfälligsten war, (wie in Fig. 4, wo *HR* den Horizont vorstellt) am besten zu erkennen; überhaupt aber waren sie, wie auch in den von Smith und Brewster beobachteten Fällen, lange nicht so hell, als sie es öfters bei dem entgegengesetzten Phänomen sind. Auch waren anfangs die Strahlen auf der linken Seite stärker, als die auf der rechten; späterhin aber wurden die auf der rechten mehr hervorstechend. Uebrigens war das ganze Phänomen deutlich genug ausgedrückt, und nicht zu verkennen. Nach und nach wurden die Strahlen immer dunkler und schwächer, und selbst zu Anfange waren die dunkeln Streifen fast stärker ausgedrückt, und besser zu erkennen, als die hellen.

Was die Ursache dieser Erscheinung betrifft, so hat schon Smith sehr richtig gesagt, dass sie dieselbe ist, von welcher die Erscheinung der divergenten Strahlen herrührt; nur muss man sich hier die von der Sonne ausfahrenden, eigentlich parallelen, Strahlen bis nach der entgegengesetzten Seite des Himmels fortgehend denken. Es scheint mir aber die Figur, die seiner Erklärung zur Erläuterung dienen soll, wenigstens so, wie sie in Kästners Bearbeitung sich findet, nicht sehr geeignet dazu. Brewster giebt nur eine kurze Erklärung ohne alle Figur.

Die Sache läſst sich, wie ich glaube, auf folgende Art hinreichend erläutern.

Viele Erscheinungen am Himmel stellen sich uns so dar, als ob das Auge sich im Mittelpunkt der Himmelskugel, und zugleich in der Ebene des Horizontes befände — indem scheinbarer und wahrer Horizont

zusammenfallen. Eine gerade Linie von der Sonne durch das Auge gezogen, geht daher so weit unter den Horizont, als die Sonne über demselben steht. Denken wir uns nun das von der Sonne ausgehende Licht durch lauter Ebenen gröfster Kreise der Himmelskugel verbreitet, die sich in der gedachten Linie von der Sonne durch das Auge durchschneiden, so werden sich diese Lichtebenen dem Auge, das im Mittelpunkt derselben liegt, als lauter Kreise projiciren, die sich auf der einen Seite des Himmels in der Sonne, und auf der entgegengesetzten Seite in einem Punkte, so tief unter dem Horizonte, als die Sonne über demselben steht, durchschneiden. Es sey *HSMRT* (Fig. 5) die Himmelskugel, *HR* der Horizont, das Auge befinde sich in *O*, und die Sonne stehe in *S*; so ist *Ss* die Linie, in welcher sich die Ebenen durchschneiden, und dem Auge scheinen die Strahlen die Richtung der Kreise *SMRs*, *Sms*, zu haben, und unterhalb der Sonne nach *SH*, *Sh*, *Sh'* zu gehen. Die letztern bringen die Erscheinung der divergenten Strahlen hervor, und von den erstern der Theil in der Nähe des Horizontes in *R*, die Erscheinung der convergenten. Bei jener fällt der Punkt, von welchem die Strahlen ausgehen, in die Augen; bei dieser wird man nichts der Art gewahr — daher das Auffallende der Sache. Beide Erscheinungen sind nur als *Bruchstücke* einer Erscheinung anzusehen — die in ihrer Vollständigkeit vielleicht nie vorkommen möchte — bei welcher die Himmelskugel mit lauter Bogen gröfster Kreise durchzogen erschiene, die sich auf der einen Seite in der Sonne durchschnitten, und von hier, wie Meridiane von einem Pole zum andern, nach dem entgegengesetzten Punkte der Himmelskugel gingen. Um den Weg der Sonnenstrahlen bei dieser Art von Erscheinung dem Auge bemerkbar zu machen, ist nöthig, dafs sie durch Oeffnungen in den Wolken auf Dünste treffen, die sie erleuchten, und dafs die Erleuchtung durch den daneben fallenden Schatten der Wolken selbst hervorgehoben werde. Daher helle und dunkle Streifen bei derselben abwechseln.

V.

Erklärung eines optischen Betruges bei Betrachtung der Speichen eines Rades durch vertikale Oeffnungen;

von

Hrn. P. M. Roget, M. D. Mitgl. d. K. Ges. zu London *).

Eine sonderbare optische Täuschung findet Statt, wenn ein auf dem Boden fortrollendes Wagenrad durch die Zwischenräume einer Reihe vertikalstehender Stäbe, wie die eines Staketes oder eines venetianischen Fensterschirms, betrachtet wird. Die Speichen des Rades nämlich, statt gerade zu erscheinen, wie sie es wirklich sind, haben unter diesen Umständen scheinbar einen merklichen Grad von Krümmung. Auf die Deutlichkeit dieser Erscheinung haben mehrere Umstände Einfluss, wie hier gezeigt werden soll; wenn aber Alles sie begünstigt, so ist die Täuschung unwiderstehlich und wegen der Schwierigkeit, ihre wahre Ursache zu entdecken, ungemein auffallend.

Die Größe der Krümmung von einer jeden Speiche verändert sich mit der Lage, welche diese für den Augenblick in Bezug auf die senkrechte Stellung einnimmt. Die beiden Speichen, welche über oder unter der Axe in die vertikale Stellung gelangt sind, werden in ihrer natürlichen Gestalt gesehen, d. h. ohne

*) Annals of Philosoph. Aug. 1825. p. 107.

irgend eine Krümmung. Die an jeder Seite der oberen Speiche erscheinen schwach gekrümmt; die mehr entfernten etwas stärker; und so wächst die Krümmung der Speichen, als man diese auf jeder Seite weiter nach unten hin verfolgt, bis man zu der untersten gelangt, die gleich der ersten wiederum gerade erscheint.

Der merkwürdigste Umstand bei dieser optischen Täuschung ist der, dass von diesen gekrümmten Bildern der Speichen die Convexität an beiden Seiten des Rades beständig nach unten gekehrt ist; und dass diese Richtung in der Krümmung genau die nämliche bleibt, das Rad mag sich nach der Rechten oder Linken des Beobachters hin bewegen. Diese eben beschriebene Erscheinung ist in Fig. 6 abgebildet *).

Um auf die Erklärung dieser Erscheinung geleitet zu werden, war es nöthig, den Einfluss zu beobachten, den gewisse Abänderungen in den Umständen auf dieselbe haben möchten. Das Folgende enthält die Hauptresultate der Versuche, welche ich zu diesem Endzweck gemacht habe.

1. Ein gewisser Grad von Schnelligkeit ist dem Rade nöthig, wenn es die oben beschriebene Täuschung hervorbringen soll. Theilt man ihm eine all-

*) Die hier in Rede stehende Erscheinung ist schon in dem Quarterly Journal of Science Vol. X. p. 282 von einem Ungenannten beschrieben worden, der jedoch keine Erklärung von derselben giebt. Es würde auch in der That unmöglich seyn, die Thatsachen, wie sie dort erzählt sind, mit irgend einer Theorie in Uebereinstimmung zu bringen, die man zu Erklärung derselben erdacht haben möchte. (Die daselbst gegebene Abbildung ist dieselbe wie hier in Fig. 6. *P.*)

mälig wachsende Geschwindigkeit mit, so ist zuerst an den horizontal liegenden Speichen eine Krümmung wahrzunehmen; und sobald diese beobachtet ist, erzeugt eine geringe Vergrösserung in der Geschwindigkeit des Rades *plötzlich* die Krümmung aller zur Seite liegenden Speichen. Der Grad der Krümmung bleibt genau derselbe, wie zu Anfange, wie sehr man auch die Geschwindigkeit des Rades vergrössern mag; vorausgesetzt nur, sie sey nicht so grofs, dass das Auge verhindert werde, die Speichen bei ihrem Fortrollen deutlich zu verfolgen. Denn es ist klar, die Geschwindigkeit der Umdrehung könnte so grofs seyn, dass die Speichen nicht mehr sichtbar wären. Noch ist zu bemerken, dass, wie schnell auch das Rad sich umdrehen mag, dennoch jede einzelne Speiche während des Momentes, worin sie betrachtet wird, zu ruhen scheint.

2. Die Anzahl der Speichen im Rade macht keinen Unterschied in dem Grade der Krümmung, welchen sie zeigen.

3. Die Krümmung läfst sich mit grösserer Vollkommenheit sehen, wenn die Zwischenräume der Stäbe, durch welche man das Rad beschaut, enge sind; vorausgesetzt nur, dass sie die Weite haben, die nöthig ist, um nach einander alle Theile des Rades bei dessen Fortrollen deutlich sehen zu können. Aus demselben Grunde wird die Erscheinung am besten wahrgenommen, wenn die Stäbe eine dunkle Farbe haben, oder schattirt (shaded) sind, und ein lebhaftes Licht auf das Rad geworfen ist. Auf gleiche Weise wird die Täuschung durch jeden Umstand unterstützt, der da-

hin wirkt, die Aufmerksamkeit von den Stäben auf das Rad zu lenken und daselbst zu befestigen.

4. Wird die Anzahl der Stäbe in dem nämlichen gegebenen Raume vergrössert, so hat diess weiter keinen Unterschied zur Folge, als dass die gekrümmten Bilder der Speichen vervielfältigt werden. Wenn aber ein gewisses Verhältniss aufrecht gehalten wird, zwischen den Gesichtswinkeln, unter welchen der ganze Zwischenraum der Stäbe und die Extremitäten der Speichen, am Auge erscheinen, so wird die Vervielfältigung dieser Bilder berichtigt (corrected). Der Abstand des Rades von den Stäben ist von keinem Einfluss, sobald nur die letzteren dem Auge nicht sehr nahe sind; in diesem Falle möchten die Oeffnungen zwischen den Stäben gestatten, einen zu grossen Theil des Rades auf einmal zu übersehen.

5. Wenn die Stäbe, statt vertikal zu stehen, gegen den Horizont geneigt sind, so erfolgen im Allgemeinen dieselben Erscheinungen; jedoch mit dem Unterschied, dass es die mit den Stäben parallel liegenden Speichen sind, die keine scheinbare Krümmung besitzen, während die Krümmungen der übrigen Speichen in denselben Beziehungen zu diesen gerade erscheinenden Speichen stehen, wie in dem vorhergehenden Falle. Ist jedoch die Neigung der Stäbe beträchtlich, so werden die Bilder mehr zusammengedrängt und die Deutlichkeit der Erscheinung wird dadurch verringert. Die Täuschung hört gänzlich auf, wenn das Rad durch Stäbe betrachtet wird, die parallel mit der Richtung seiner (fortschreitenden) Bewegung liegen.

6. Zur Erzeugung dieser Erscheinung ist es wesentlich, dass eine fortschreitende Bewegung, mit einer drehenden vereinigt, Statt findet. So stellt sie sich nicht ein, wenn die Stäbe still stehen, und das Rad sich bloss um seine Axe dreht, ohne dabei zugleich fortzurücken, auch nicht, wenn es sich ohne Drehung horizontal fortbewegt. Auf der andern Seite nehmen die Speichen sogleich ein gekrümmtes Ansehen an, wenn den Stäben eine fortschreitende Bewegúng gegeben ist, während sich das Rad um seine Axe dreht. Der nämliche Vorgang wird auch entstehen, wenn das sich drehende Rad, durch feststehende Stäbe, von einem Beobachter betrachtet wird, welcher sich selbst entweder nach der Rechten oder nach der Linken hin bewegt, indem eine solche Bewegung von Seite des Beobachters eine Veränderung in der relativen Lage der Stäbe und des Rades hervorbringt.

Es ist aus den angeführten Thatsachen klar, dass die Täuschung in dem Ansehen der Speichen von dem Umstande herrühren muss, dass nur getrennte Stücke von jeder Speiche zu gleicher Zeit zu sehen sind, und die übrigen Stücke dem Gesichte entzogen werden. Doch, weil verschiedene Stücke von der nämlichen Speiche wirklich in gerader Linie durch die aufeinanderfolgenden Oeffnungen gesehen werden, so ist es nicht leicht zu begreifen, weshalb sie nicht unter sich zusammenhängend erscheinen, wie gebrochene (unterbrochene) Linien in andern Fällen, und das Bild einer geraden Speiche geben. Anfänglich drängt sich die Idee auf, dass die so getrennt gesehe-

nen Theile einer Speiche möglicherweise zusammenhingen könnten mit den Theilen der beiden anliegenden Speichen, und so fort; wobei sie ein gekrümmtes Bild machten, zusammengesetzt aus den Theilen mehrerer aufeinanderfolgender Speichen. Eine geringe Aufmerksamkeit auf die Erscheinung wird indess zeigen, dass eine solche Erklärung hier nicht anwendbar ist. Denn wenn auf einer Scheibe, statt mehrerer radial auslaufender Linien, nur ein einziger Radius gezeichnet ist (for when the disc of the wheel instead of being marked by a number of radiant lines, has only one radius marked upon it), so hat es das Ansehen, wenn diese Scheibe hinter den Stäben fortrollt, als wären mehrere Radien da, von denen jeder die Krümmung besitzt, die seiner Lage zukommt. Die Anzahl dieser Radien wird bestimmt durch die Anzahl der Stäbe, welche zwischen dem Auge und dem Rade steht; folglich ist es klar, dass verschiedene Stücke einer und derselben, durch die Zwischenräume der Stäbe gesehenen Linie auf der Retina die Bilder von so vielen verschiedenen Radien machten.

Der wahre Grund dieser Erscheinung ist also derselbe, als der, auf welchem die Täuschung beruht, dass man einen geschlossenen Lichtkreis sieht, wenn ein leuchtender Gegenstand schnell im Kreise herumgeschwenkt wird, nämlich der, dass der Eindruck, den ein hinreichend lebhafter Strahlenbündel auf die Netzhaut macht, eine gewisse Zeit hindurch verbleibt, wenn schon die Ursache dazu aufgehört hat. Manche analoge Thatsachen sind in Bezug auf die andern Sinne beobachtet worden; da sie aber wohl bekannt sind, so ist es unnöthig, sie hier besonders zu erwähnen.

Um für den gegenwärtigen Fall die Wirkung dieser Ursache deutlicher darzulegen, wird es am besten seyn, die Erscheinung in ihrer einfachsten Gestalt zu nehmen, wie sie sich macht, wenn man von dem Rade *VW* (Fig. 9), das ohne fortschreitende Bewegung sich beständig um seine Axe dreht, nur einen einzigen Radius *OR* betrachtet, und zwar durch eine einzige Vertikalöffnung, die sich horizontal in einer gegebenen Richtung fortbewegt. Es sey auch angenommen, dass diese fortschreitende Bewegung der Oeffnung genau der drehenden Bewegung des Radumfanges gleich sey. Es ist einleuchtend, dass, wenn zur Zeit des Vorüberganges der Oeffnung, der Radius zufällig eine der vertikalen Stellungen *VO* oder *OW* einnähme, er durch die Oeffnung ganz und in seiner natürlichen Lage gesehen würde. Wenn es sich aber träfe, dass er bei seinem Hinabsteigen nach Richtung *VR* in einer schiefen Lage *OR* wäre, in dem Augenblick, da die Oeffnung bei ihrem horizontalen Fortschreiten ebenfalls den Punkt *R* erreichte; so würde das Ende des Radius nun zuerst zu Gesichte kommen, während alle übrigen Theile von demselben noch verdeckt sind. Fährt man so fort den Theilen des Radius zu folgen, welche durch die Bewegung der Oeffnung und des Radius nach einander gesehen werden, so wird man finden, dass sie auf der Curve *R, a, b, c, d* liegen, die durch die folgweisen Durchschnitte jener beiden Linien erzeugt wird. So wird der Radius in der Lage *Oa* seyn, wenn die Oeffnung sich bis *A* bewegt hat, und wenn diese bis *B* gekommen ist, wird jener in *Oβ* seyn, und so fort.

Anderseits nehme man an, daſs, indem die Oeffnung gerade vor dem Mittelpunkt vorbeigeht, der Radius sich in einer gewiſſen Lage *OY* auf der andern Seite befinde und im Ansteigen begriffen ſey. Folgt man nun den Durchschnitten dieser Linien in ihrem Fortrücken, ſo erhält man eine Curve, die genau der früheren ähnlich iſt, zwar in umgekehrter Lage liegt, aber dennoch ihre convexe Seite nach unten kehrt.

Wenn die Eindrücke, welche dieſe abgeſchnittenen Stücke der verſchiedenen Speichen machen, einander mit hinlänglicher Schnelligkeit folgen, ſo werden ſie, wie es bei dem ſchon erwähnten leuchtenden Kreis der Fall iſt, im Auge die Empfindung einer ſtetigen krummen Linie hinterlaſſen, und die Speichen werden gekrümmt erſcheinen, ſtatt gerade.

Die hier vorgetragene Theorie ſteht in voller Uebereinſtimmung mit allen bereits erzählten Erſcheinungen, und wird auch ferner beſtätigt, wenn man die Verſuche auf verwickeltere Fälle ausdehnt.

Sie erklärt mit Leichtigkeit, weshalb das Bild oder Spectrum (wie man es nennen mag) der Speiche in Ruhe bleibt, obgleich die Speiche ſelbſt im Umlaufen befindlich iſt; ein Umſtand, welcher der Aufmerkſamkeit entgehen kann, wenn man ſie nicht beſonders auf ihn richtet.

Da die gekrümmte Geſtalt der Linien hervorgeht aus der Verbindung einer drehenden Bewegung der Speichen mit einer fortſchreitenden Bewegung der Oeffnungen, durch welche jene betrachtet werden, ſo iſt es klar, daſs dieſelben Erſcheinungen erzeugt wer-

den müssen, wenn die Stäbe in Ruhe bleiben, und beide Arten von Bewegung im Rade selbst vereinigt sind. Denn es mögen die Stäbe in Bezug auf das Rad in horizontaler Richtung fortschreiten, oder das Rad in Bezug auf die Stäbe: die relativen Bewegungen zwischen ihnen, in sofern sie zu den hier betrachteten Erscheinungen beitragen, müssen dieselben bleiben. Die Aufmerksamkeit des Beobachters wird in beiden Fällen gänzlich auf das Rad gerichtet seyn, so dass die in Frage stehenden Bewegungen zusammen auf dieses bezogen werden. So sind in Fig. 9 die Lagen, welche die Speichen in aufeinanderfolgenden Zeiträumen einnehmen, wenn das Rad in Richtung *AZ* auf dem Boden fortrollt, durch die Linien *Aa*, *Bb*, *Cc*, und *Dd*, bezeichnet. Während die Speiche in diesen Lagen ist, sind es die durch die feststehende Oeffnung *VW* gesehenen und mit $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ bezeichneten Stücke, deren Eindrücke (indem sie auf der Netzhaut andauern und auf das Rad bezogen werden, wenn dasselbe in seiner letzten Lage ist) in dem gekrümmten Spectrum die Reihe der Punkte m, n, p und q bilden.

Damit die Aufmerksamkeit das Rad in seinem Fortschreiten leichter verfolgen könne, ist es nöthig, dass sein Umfang deutlich gesehen und seine wirkliche Lage genau geschätzt werde. Deshalb ist es leichter, die Erscheinung wahrzunehmen, wenn der Oeffnungen so viele da sind, dass man das Rad auf seinem ganzen Wege sehen kann; obgleich es gewiss ist, dass sich dieselbe bei einiger Anstrengung auch schon mittelst einer einzigen Oeffnung zeigt. Aus diesem Grunde ist die Erscheinung bei einem Stakete so sehr deut-

ſich. Eine jede Oeffnung bringt ihr eigenes Syſtem von Bildern hervor, und deshalb wird die Anzahl der Speichen beträchtlich vermehrt, wenn die Oeffnungen nur ſchmale Zwiſchenräume beſitzen (occurs at short intervalls); wenn aber die Zwiſchenräume ſo eingerichtet werden, daſs ſie den Abſtänden der Speichen unter ſich, am Umfange des Rades, entſprechen, ſo fallen die von den einzelnen Oeffnungen erzeugten Bilder zuſammen, und die Wirkung wird ſehr erhöht.

Eine mathematiſche Unterſuchung über die Curven, welche aus der Bewegung des Durchſchnittspunktes zweier Linien hervorgehen, von denen die eine parallel mit ſich ſelbſt fortſchreitet und die andere ſich um eine Axe dreht, wird zeigen, daſs ſie zu der Klaſſe der Quadratrices gehören; eine von dieſen Curven, die den Umfang des innern Erzeugungskreiſes berührt, iſt unter dem Namen der Quadratrix des Dinostrates bekannt. Solch ein Syſtem iſt in Fig. 8 abgebildet, worin bezeichnet *MC*, *CN* die Erzeugungsradien, *A* den äuſsern und *B* den innern Erzeugungskreis und *PQ* die gemeinſchaftliche Axe der Curve.

Alle dieſe Curven beſitzen dieſelbe Gleichung, nämlich:

$$y = (b - x) \text{ tang } x,$$

worin die Coordinaten auf die Axe bezogen ſind, die rechtwinklig auf den ſenkrechten Erzeugungsradien ſteht, und durch den Mittelpunkt ihrer Umdrehung geht. Die Baſis *b* iſt auf der Axe gemeſſen, von dem Punkte, wo dieſe die nach dem Centrum gehende

Curve schneidet, und x ist zugleich der Bogen des inneren Erzeugungskreises und die Abscisse *).

Ein Rad, welches bloss auf seinem Umfang fortrollt, zeigt, durch feststehende Stäbe betrachtet, nur diejenigen Theile der Curven, welche in dem innern Kreis enthalten sind; wenn aber die drehende Bewegung des Rades schneller ist, als seine fortschreitende, z. B. wenn es an einer Welle befestigt ist, die man auf einem erhobenen Schienenweg (Eisenbahn) fortrollt (when it is made on an axle of less diameter on a raised rail-way), so werden die übrigen Curven gesehen, und andere an dem unteren Theile des Rades, welche eine entgegengesetzte Biegung haben, kommen auch zum Vorschein. (Man sieht dieselben bei *F*, *F*. Fig. 8.)

Wenn die Speichen, statt gerade zu seyn, schon eine Krümmung haben, ähnlich denen beim persischen Schöpfrade, so erleidet ihre Gestalt, wenn sie durch die (Zwischenräume der) Stäbe betrachtet werden, einige Abänderungen, welche man leicht auffinden kann, wenn man auf sie dieselbe Theorie anwendet. Giebt man den Speichen eine gewisse Krümmung, wie in Fig. 8, so erscheinen sie bei ihrer Umdrehung an einer Stelle gerade, nämlich da, wo

*) Diese Gleichheit zwischen dem Bogen und der Abcisse ist eine nothwendige Folge davon, dass die fortschreitende Bewegung des Rades der drehenden Bewegung seines Umfanges gleich ist; die erste erzeugt die Incremente von der Abscisse und die letztere die vom Bogen des Kreises. Die Gleichung: $y = (b - x) \tang x$ wird aus einer blossen Aehnlichkeit der Dreiecke abgeleitet.

die optische Täuschung in einer Richtung wirkt, die der Krümmung entgegengesetzt ist.

Die Geschwindigkeit, mit der sich die sichtbaren Theile der Speichen scheinbar fortbewegen, ist proportional der Geschwindigkeit des Rades selbst; sie variirt indeſs in den verschiedenen Theilen der Curve und könnte daher, wenn sie genau bestimmt wird, ein neues Mittel abgeben, die Dauer der Eindrücke des Lichtes auf die Netzhaut zu messen.

VI.

Höhenbestimmungen in der Schweiz;

von

Christian Theodor Schmiedel.

Die folgenden Höhenbestimmungen wurden im Mai 1822 während einer kleinen Fußreise durch einen Theil der Schweiz angestellt. Die dazu gebrauchten Instrumente wären: ein Heberbarometer vom Univers. Mechanikus Poller in Leipzig, welches ich, da es auf der Reise gelitten hatte, vom Mechanikus Oeri in Zürich frisch auskochen liess; und zwei Thermometer von C. Hoffmann in Leipzig und Oeri in Zürich. Die correspondirenden Beobachtungen erhielt ich theils vom Hrn. Prof. Feer in Zürich, wo sie in seiner Wohnung auf der Kronenpforte 152,8 par. Fuss über den mittlern Stand des Zürichersees an einem Gefäss-barometer angestellt worden; theils entnahm ich sie aus der Bibliothèque universelle.

Aus den gleichzeitigen Beobachtungen in Genf und Zürich suchte ich zuvörderst die Höhe des Zürichersees über dem Meere. Ich erhielt, nach Abzug der 152,8 Fuss für Zürich und nach Zurechnung von 1190,8 Fuss bei Genf, folgende Höhe des mittlern Wasserstandes im Zürichersee über dem Meere:

Aus den Beobachtungen am	26. Mai	1254,1	par. Fuss
	27. -	1248,4	- -
	28. -	1255,0	- -

Alſo im Mittel 1752,5 par. Fuſs. Ich laſſe nun die Beobachtungen folgen und zwar jedesmal in Verbindungen mit den correſpondirenden in Zürich oder Genf.

	Barometer bei + 10° R.	Thermometer im Freien
Albis - Hochwacht am 25. Mai 6h Ab.	306''',42	+ 14°,0 R.
Zürich *) do do	320,28	+ 18,5
Rigi Kalte Bad **) am 26. Mai 5h Ab.	287,01	+ 11,7
Zürich do do	322,35	+ 15,7
Rigi Kulm am 26. Mai 8½h Ab.	275,602	+ 7,3
- - - - 10 -	275,713	+ 6,5
- - - 27. - 8 Morg.	276,057	+ 10,3 ***)
- - - - - 10 -	276,263	+ 11,0
- - - - - 12 -	276,263	+ 10,5
- - - - - 4 Nchmtt.	276,263	+ 9,3
- - - - - 9½ -	276,413	+ 6,7
Zürich am 26. Mai 10h Ab.	322,95	+ 13
- - - 27. - 6½ -	323,62	+ 13
- - - - - 2 Nchmtt.	323,45	+ 18,7
- - - - - 10 -	323,80	+ 13,5
Genf - - - 2 -	326,00	+ 17,0

*) Alle Barometerſtände von Zürich ſind nach der Angabe des Hrn. Prof. Feer wegen der Capillarität verbeſſert worden.

**) Die Beobachtung wurde nicht an der Quelle (deren Temperatur = + 5°,5 R.), ſondern im Wirthshauſe Parterre angeſtellt. Die Stube lag 2 bis 3 Fuſs höher.

***) Der Thermometrograph gab für das Minimum in der Nacht: + 3°,3 R. Bei den 4 erſten Beobachtungen auf dem Rigi herrſchte Nebel. Während deſſelben gab das Goldblatt-Elektrometer mit brennendem Schwamm Zeichen von Elektricität, doch in ſo geringer Menge, daſs ich nicht unterſuchen konnte, ob poſitive oder negative.

	Barometer bei + 10° R.	Thermometer im Freien.
Stanz *) am 28. Mai 10h Ab.	324''',886	+ 15,5
Zürich	324,250	+ 16,0
Lungern **) am 29. Mai 12h Mtt.	315,49	+ 19,8
Zürich	324,20	+ 25,0
Genf . . . 2h .	326,80	+ 20,7
Brünig ***) Zollhaus am 29. Mai 5h Ab.	306,177	+ 15,4
Zürich	324,040	+ 20,6
Meyringen †) am 29. Mai 10h Ab.	319,8821	+ 13,4
Zürich	324,270	+ 17,0
Schwarzwalder Sennhütte auf der gr. Scheideck am 30. Mai 12h M.	289,149	+ 16,0
Genf	326,910	+ 20,0
Die grosse Scheideck am 30. Mai 2½ Nmt.	272,01	+ 15,3
Genf	326,87	+ 18,5

*) Im Gasthof zur Krone, eine Treppe hoch. Der Stand des Barometers hatte sich in der Nacht nicht verändert, denn ich fand am andern Morgen früh 5 Uhr dieselbe Höhe des Quecksilbers.

**) Der Standpunkt der Instrumente war die Gallerie im Wirthshause zur Sonne; wie hoch die Gallerie über dem See liegt, erlaubte die Zeit nicht zu bestimmen.

***) Dies Zollhaus liegt etwa 100 Fuss niedriger, als der höchste Punkt des Passes daselbst.

†) Im Wirthshause zum Wildenmann, 15 Fuss über der Erde, die bei den nachfolgenden Höhenangaben schon abgezogen sind.

Hieraus sind die Höhen, in pariser Fuss, von:

	Ueber dem Züricher See.	Ueber dem Genfer See.	Ueber dem Meere.
Albis-Hochwacht	1328,8		2581,3
Rigi-Kalte Bad	3203,8		4456,3
Rigi-Kulm	4238,8		5551,3
- -		4341,0	5531,8 *)
Stanz	85,3		1337,8
Lungern	895,6		2148,1
- -		952,2	2143,0
Brünig-Zollhaus	1672,3		2924,8
Meyringen	498,4		1750,9
Schwarzwalter Sennhütte		3288,3	4479,7
Die grosse Scheideck		4894,4	6089,4

Da bei den Beobachtungen auf dem Rigi-Kulm der Stand des Instrumentes am 27 Mai um 4h Abends sich eben so fand wie um 10h Morgens, so nahm ich an, dass er in der Zwischenzeit unverändert geblieben. Die über Zürich bestimmten Höhen (in der ersten Zeile) verdienen wegen der grösseren Nähe des Ortes den Vorzug, auch stimmen sie besser mit Wahlenbergs Messung (5555 p. F). General Pfyffer fand die Höhe des Kulms 5676 p. F, da er aber wahrscheinlich an einem unausgekochten Instrumente beobachtet, die Temperatur des Quecksilbers nicht in Rechnung gebracht und überdiess die damals gebrauchten Formeln bedeutend von der Wahrheit abwichen, so lässt sich dieser Unterschied leicht erklären; dazu kommt noch, dass man zu jener Zeit sich nicht

*) Die Höhe mit Hinzufügung der Genfer Beobachtung bestimmt.

auf dem Kulm aufhalten konnte, und daher obige Bestimmung wahrscheinlich auf einer einzigen Beobachtung beruht. *)

*) Hr. Lieutn. Baeyer hieselbst, der im Sommer 1824 eine Reise nach der Schweiz und dem nördlichen Italien unternahm, und Gelegenheit hatte ein Pistorsches Gefäßbarometer *à niveau constant* mitzuführen, hat mittelst dieses nahe an hundert Punkte in den Alpen gemessen, worunter einige sind, die auch in dem gegenwärtigen Aufsatze des Hrn. Dr. Schmiedel vorkommen. Des Vergleiches halber erlaube ich mir, diese hieher zu stellen:

	Ueber dem Züricher See.		Ueber dem Genfer See.		Unter dem Kloster auf dem grossen Bernhard	
	α	β	α	β	α	β
Rigi - Kulm unter dem Signal	4292	4250	4340	4358	2140	2110
Brünig im Passe	1934	1912	2030	2020	4506	4457
Lungern im Wirthshause 10' über der Erde	965	950	1053	1058	5506	5419
Scheideck im Pass	4796	4712	4847	4820	1686	1657

Die mit α bezeichneten Columnen enthalten die Resultate der wirklichen Messung, so wie sie sich ergaben, mit Benutzung der correspondirenden Beobachtungen zu Zürich vom Hrn. Hofr. Horner, zu Genf beim jetzt verstorbenen Prof. Pictet, und auf dem grossen Bernhard vom Prior Lamon. In den mit β bezeichneten Columnen hingegen sind jene unmittelbaren Resultate von Hrn. Baeyer durch eine Correction verbessert worden. Es fand sich nämlich, dass die Höhe der gemessenen Punkte über jeder der zum Grunde gelegten festen Station verschieden ausfiel; wovon man sich schon durch die hier angeführten Beispiele überzeugen kann, da die Differenzen der Zahlen in der 1ten Columne mit denen in der 3ten und 5ten nicht constant sind, wie sie es der Natur der Sache nach seyn müssen. Um die Art der von Hrn. B. angewandten Correctionsmethode

Weitere Beobachtungen konnte ich nicht anstellen, indem ich beim Oeffnen des Barometers im

einzusehen, mag Folgendes hier angeführt seyn. Aus 70 correspondirenden Beobachtungen, in den Monaten Juni, Juli und August angestellt, ergab sich:

a. Die Höhe des Bernhards üb. dem Züricher See = 6486 p. F.
b. Die Höhe des Bernhards über der Station in Genf = 6592 p. F.
c. Die Höhe des Bernhards über dem Berner Observatorium = 5957 p. F.
d. Die Höhe des Züricher Sees über Genf = 110 p. F.
e. Die Höhe von Bern über Genf = 632 p. F.
f. Die Höhe von Bern über dem Züricher See = 517 p. F.

Hieraus folgt die Höhe des Bernhards über der Station in Genf:

1) aus c und e = 6589, 2) aus a und d = 6596, 3) aus b = 6592,

im Mittel = 6592. Nach Hrn. Prof. Pictet ist die nämliche Höhe = 6477 p. F.; erstere Bestimmung also 115' zu groſs. Hieraus ist wahrscheinlich, daſs alle übrigen Angaben ebenfalls zu groſs sind und zwar, wie Hr. B. annimmt, in einem gleichen Verhältnisse. Er vermindert sie also um $\frac{115}{6592}$ und erhält so:

$a' = 6373$ $c' = 5853$ $e' = 620$
$b' = 6477$ $d' = 108$ $f' = 508$

$b' - d' = 6369'$ müſste a' gleich seyn, weicht auch, wie man sieht, nur wenig davon ab. Die Höhe des Berner Observatoriums über dem Meere, beträgt nach Hr. Prof. Trechsel = 1792', hiervon abgezogen $f' = 508$, giebt 1284 p. F. für die Höhe des Züricher Sees über dem Meere. Der Beobachtungspunkt von Genf ergiebt sich hiernach = 1172' und der des Bernhard = 7645. Nach Hrn. Prof. Pictet ist die Höhe von Genf über dem Meere = 1191' und hierzu 108' addirt, giebt für die Höhe des Züricher Sees über dem Meere = 1299. Man hat also nachstehende Resultate für die Meereshöhen vom:

Grindelwald die Röhre halb ausgelaufen fand. Ich hatte beim Hinabsteigen von der Schaideck zum ersten-

	Von Bern aus bestimmt.	Von Genf aus bestimmt.	Differenz.
Züricher See	1284	1299	15
Genf	1172	1191	19
Bernhard	7645	7668	23

Nun ist aus dem Angeführten:

1) die Höhe des Züricher Sees über Genf = 108 p. F.

2) die Höhe des Bernhards üb. dem Züricher See = 6369

3) die Höhe des Bernhards über dem Beobachtungspunkt in Genf = 6477

Nennt man nun die Höhe eines Punktes über dem Züricher See $+A$, und die Tiefe eines Punktes unter diesem See $-A$; bezeichnet man eben so den Höhenunterschied eines Punktes in Bezug auf Genf mit $+B$ und $-B$, so wie in Bezug auf den Bernhard mit $+C$ und $-C$, so müssten, wenn die Messungen absolut richtig wären, die Gleichungen Statt finden:

$$1)\ B-A-108'=0;\ 2)\ A+C-6369'=0;\ 3)\ B+C-6477'=0.$$

Da die Messungen aber fehlerhaft sind, so werden diese Gleichungen niemals null werden, sondern gewisse Werthe (hier respective mit α, β, δ bezeichnet) geben, so dass

$$B-A-108=\alpha;\ A+C-6369=\beta;\ B+C-6477=\delta$$

wo $\alpha+\beta=\delta$. Um nun die Bedingungen zu finden, die die Grössen α, β, γ, wie nothwendig ist, null machen, sey x die an A anzubringende Correction, y die an B, und z die an C. Dann muss seyn: $x+z=\beta$; $y+z=\delta$ und $y-x=\alpha$. Hieraus lassen sich aber x, y, z nicht finden. Herr B. nimmt nun an, dass die Correctionen im Verhältniss zur Höhe angebracht werden müssen, und zwar aus dem Grunde, weil ein Fehler in der Bestimmung der Lufttemperatur einen mit den Höhen wachsenden Einfluss auf die Messung hat. Da nun ferner durch eine graphische Darstellung gefunden wurde, dass

miele auf dieser Reise dem Führer das Instrument zu tragen gegeben, und ob er gleich als einer der vorsichtigsten in Zürich galt, so muſste ich doch diese Bequemlichkeit durch die Unmöglichkeit, fernere Beobachtungen anzustellen, büſsen. Ich erwähne diesen, an sich unbedeutenden, Unfall, zur Warnung junger Reisender, welche hypsometrische Bestimmungen auf ihren Fuſsreisen zu machen gesonnen sind. Will man Höhenmessungen anstellen, so ist es durchaus nothwendig, selbst das Instrument zu tragen; es ist zwar oft beschwerlich aber das einzige Mittel, es mit Gewiſsheit zu erhalten.

Am Schlusse dieses Aufsatzes erlaube ich mir noch einige Bemerkungen über Herrn Babbage Observations on the Measurement of Height by the Barometer (Edinburgh. Journal of science No. 1. p. 85.).

die Barometer in Zürich und Genf einen ziemlich parallel laufenden Gang befolgten, das Barometer auf dem groſsen Bernhard aber von beiden bedeutend abwich, so glaubt Hr. B. annehmen zu dürfen $x : z :: A : C$ und dann findet sich mittelst dieser Proportion und den vorhergehenden Gleichungen:

$$z = \frac{\beta C}{A+C};\; y = \delta - z;\; x = y - \alpha,$$

wonach die corrigirten Höhen sind: $A - x$; $B - y$; $C - z$.
So ist z. B. für den Gemmi Paſs:

$$A = 5750,\; B = 5864;\; C = 676$$
$$\alpha = +6 \quad \beta = +57 \quad \delta = +63$$
$$A - x = 5699;\; B - y = 5807;\; C - z = 670.$$

Hr. Lieut. Baeyer selbst ist übrigens weit entfernt, dies Verfahren für mehr als Nothbehelf anzusehen, um unter ähnlichen Umständen zu einem annähernd richtigen Resultat zu gelangen. *P.*

Dieser Physiker sucht die Differenz, welche dadurch entsteht, dass man zwischen zwei gemessenen Stationen mehrere untergeordnete misst, *bloss* durch die noch fehlerhafte Bestimmung der Constanten in der Formel zu erklären, allein dies scheint mir, besonders bei nahen Stationen, gegen letztere ungerecht; denn so wahrscheinlich es ist, dass die Constante der mittleren Temperatur der Luft noch einer kleinen Modification bedarf (die wohl durch die Entfernung und Localität der Stationen hauptsächlich bedingt seyn wird), so kann man doch nicht füglich dieser und vielleicht noch andern unbekannten Fehlern der Formel *allein* diesen Unterschied aufbürden, vielmehr, glaube ich, muss man ihn zwischen den Fehlern der Beobachtung, denjenigen der Instrumente und den der Formel theilen. Die beiden ersten Reihen dieser Fehler zu erörtern, sey der Zweck folgender Zeilen.

Die Fehler der Beobachtung können vierfach seyn und zwar: 1) beim Ablesen am untersten Schenkel, oder ist es ein Gefäsbarometer beim Stellen des Zeigers auf die Fläche des Quecksilbers; 2) beim Ablesen am obersten Schenkel; 3) beim Ablesen am Thermometer, am Barometer; und endlich 4) beim Ablesen am Thermometer im Freien.

Die Fehler der Instrumente sind schwerer zu bestimmen, doch verdienen folgende eine besondere Berücksichtigung: 1) die mehr oder mindere Reinheit des Quecksilbers; 2) die mehr oder mindersorgfältige Auskochung der Röhre, und die dadurch entstehende Adhäsion des Quecksilbers an die Wände der Röhre; 3) die Reinheit des Metalls der Skale und die dadurch entstehende ungleiche Ausdehnung derselben; 4) der

Unterschied in der Temperatur des Holzes auf dem die Barometerröhre liegt und der Messing- oder Elfenbeinskale des Thermometers; 5) derselbe Unterschied beim Thermometer im Freien; 6) der nicht immer durch alle Grade der Skale conforme Gang der Thermometer; 7) die Fehler in der Theilung der Skalen die bei sehr weit getriebener Theilung nicht leicht auszumitteln sind und vielleicht noch andere, die mir unbekannt sind.

Von diesen zwei Reihen, will ich hier nur in der Kürze die Größse jedes Fehlers der ersteren angeben, wobei ich mich auf obige Nummern beziehe: Nr. 1. beträgt für $\frac{1}{100}$tel Linie bei einem Barometerstand von 165 Linien 1,5 par. Fuss, und bei einem Stand von 342 Linien 0,75, also im Mittel 1',125; Nr. 2. giebt dieselbe Gröſse; Nr. 3. beträgt bei jedem Stande des Instrumentes für $\frac{1}{10}$tel Grad Reaumur 0',54; Nr. 4. giebt für $\frac{1}{10}$tel Reaum. bei Höhen von 100—3000 Toisen von 0',18 bis 4',5, also im Mittel 2',34. Wir hätten also für eine mittlere Station zwischen 100—3000 Toisen den möglichen mittleren Fehler $= \pm$ 1',125 $\pm$ 1',125 $\pm$ 0',54 $\pm$ 2',34 $= \pm$ 5,88 par. Fuss.

Um nun den, bei den Beobachtungen des Herrn Babbage für jede Station möglichen Fehler zu bestimmen, fehlen mir die Angaben der Stände der Instrumente (und zur Beurtheilung des ganzen Verfahrens die Angabe, ob an beiden Stationen zugleich beobachtet worden ist oder nicht, weil bei Bestimmungen mit einem Instrumente eine Beobachtung beim Weggange und eine bei der Zurückkunft nothwendig wird, und man dann gewöhnlich den Unterschied als gleichförmig ab- oder zunehmend betrachtet, um den Stand

auf die Zeit der andern Beobachtungen zu bringen, wobei eine neue Möglichkeit von Fehlern Statt findet) allein ich glaube doch aus dem Vorhergehenden gezeigt zu haben, dass der mögliche Fehler bei jeder Beobachtung weit mehr von der Schwierigkeit ganz genau beobachten zu können, und der etwanigen Unvollkommenheit der Instrumente als von den Fehlern der Formel abhängt. *)

*) Ich muss indess gestehen, den geehrten Hrn. Verf. hierin nicht ganz beipflichten zu können. Gewiss kommt bei barometrischen Höhenmessungen ein Theil der Ungenauigkeiten auf Rechnung der Instrumente und der Art sich ihrer zu bedienen; allein, darin die groben Unvollkommenheiten bei Seite gestellt, muss dennoch die hauptsächlichste Fehlerquelle unstreitig in der Beschaffenheit der Atmosphäre gesucht werden, und insofern auch in der Formel, da sie für einen ideellen Gleichgewichtszustand berechnet ist, der in Wirklichkeit wohl selten oder nie eintreten möchte. Was aber den Freunden der Hypsometrie so vielen Kummer macht, ist strenge genommen nicht das Fehlerhafte an der Formel, denn diese möchte in ihrer gegenwärtigen Gestalt wohl höchstens noch einige leichte Modificationen in Folge des Oersted'schen Beweises über die Zusammendrückbarkeit der tropfbaren Flüssigkeiten, zu erleiden haben; sondern es ist die eingeschränkte Anwendbarkeit derselben, und der Mangel einer andern Formel, die den jedesmaligen Umständen angepasst wäre. So glaube ich auch, hat Hr. Babbage die Sache genommen, wenn er sagt: the system of inquiry which I would propose is, to assume some law of action for these descending currents, or for any other presumed cause. Da Hr. B. es nur bei einem Vorschlag bewenden liess, so nahm ich absichtlich keine Notiz von diesem; ob es übrigens möglich ist, aus gewissen Datis über Richtung und Stärke des Windes u. s. w., solche Formeln aufzufinden, oder mittelst Abänderung der Constanten und Zuhülfeziehung intermediärer Beobachtungen, aus dem gebräuchlichen Rechnungsverfahren abzuleiten, will ich dahin gestellt seyn lassen. (P.)

Zusatz des Herausgebers. Höhenbestimmungen in Gebirgen von ausgezeichneter Erhebung, zumal wenn sie mit Genauigkeit angestellt wurden, machen gewiss eben sowohl auf das Interesse des Physikers Anspruch, wie auf das des Geographen und Geognosten. Ein solches ist in mehrfacher Beziehung mit jenen Messungen verknüpft, welche bei der, bei weitem noch nicht beendigten Vermessung der östreichischen Staaten, unter der Direction des Hrn. Obersten L. A. Fallon von dem K. K. östreich. General-Quartiermeisterstabe, in den Jahren 1816 bis 1822, in *Tyrol* und *Illyrien* ausgeführt wurden. Ueberdies darf ich wohl voraussetzen, dass sie nur wenigen Lesern bekannt geworden sind und so wird man es gewiss nicht ungern sehen, wenn ich hier einen Auszug von ihnen hinzufüge. Ich entlehne diese Höhenbestimmungen aus dem, vom Hrn. Oberst. Fallon redigirten „Archiv der astronomisch-trigonometrischen Vermessung der K. K. Oestreichischen Staaten" und zwar aus den beiden ersten Heften desselben, die, nebst ein Paar Uebersichtskarten, im Jahre 1824 zu Wien, in ausgezeichneter typographischer Schönheit, erschienen sind.

Diese Messungen, deren Resultate in nachfolgenden Tafeln enthalten sind, wurden sämmtlich und alleinig auf trigonometrischem Wege bestimmt, mit einem Theodolithen, dessen Vertikalkreis zwar die Winkel nicht repetirt, aber vortrefflich eingetheilt und mit einem vorzüglichen Fernrohre versehen ist. Von *Brixen* bis *Verona* wurde ein Repetitionskreis gebraucht; eben so in Illyrien, bei den Punkten: *Triest*, *Monte maggiore*, *Slaunig* und *Nanos*. Die Messung der Zenithdistanzen „bemerkt Hr. Oberst F. in dem Vorworte zum ersten Hefte" geschah im Allgemeinen unter wenig günstigen Umständen; wir haben das Mittel aus mehreren Beobachtungen genommen, und gefunden, dass diese mittleren Zenithdistanzen selten um 10'' von den einzelnen Beobachtungen differiren. Die geodätischen Nivellirungen in Tyrol, binden an zwei Punkten an, deren Erhöhung über dem Meere sehr gut bestimmt ist; nämlich, an dem Stadtthurme zu Verona (*Torre maggiore nella piazza delle Erbe*) und an dem *Hochplatt*, einem Berge zwischen Hohenschwangau und *Graswang* nahe an der Gränze von Tyrol. Auf dem Gipfel dieses Berges haben die bayerischen Ingenieur-Geographen ein trigonometrisches Zeichen errichtet, wel-

ches im Jahre 1818 zum trigonometrischen Netze von Tyrol hinzugezogen wurde. Nach sorgfältiger trigonometrischer Bestimmung beträgt die Erhöhung der Spitze jenes Thurmes zu Verona über dem Adriatischen Meere = 71,74 Wiener Klafter; der Höhenunterschied zwischen dieser Spitze und dem Hochplatt, am Fusse des auf ihm errichteten Signals = 1021,46 W. K.; folglich beträgt die Höhe des letzteren über dem Adriatischen Meere = 1093,20 W. K. (6382,92 par. F.). Nach den Angaben der bayerischen Nivellirung, welche ihre Höhen auf das Pflaster der Frauenkirche zu München bezieht, ist der Höhenunterschied zwischen dem *Hochplatt* (am Fusse des Signals) und dem Pflaster der Frauenkirche zu München = 823,24 W. K., dazu die absolute Höhe Münchens = 268,64 W. K., giebt die Höhe des *Hochplatts* über dem Meere = 1091,88 W. K. (6375,21 par. Fuss. (P.)), was, wie Hr. Oberst F. bemerkt, an Uebereinstimmung nichts zu wünschen übrig lässt. Den Messungen in Illyrien liegen die Höhen der Thurmspitzen in Aquileja und Fiume über dem Adriatischen Meere zum Grunde. Erstere beträgt 37,82, letztere 16,60 W. K.; die eigene Höhe der Thürme selbst respective 36,6 und 16,0 W. K. Hr. Oberst F. führt dabei an, dass der Horizont des Meeres sich auf den mittleren Wasserstand beziehe.

Die beiden Hefte des „Archivs" aus welchen ich das Gegenwärtige ausziehe, enthalten die Höhenbestimmungen von 102 Punkten in Tyrol und von 279 dergleichen in Illyrien. Die ersteren sind hier der Zahl nach vollständig aufgenommen; von den letzteren aber, die mir zum Theil ein zu specielles Interesse zu haben schienen, nur die Berghöhen, welche 350 W. Klafter übersteigen, wenige andere ungerechnet. Das Detail über die einzelnen Zenithdistanzen und geodätischen Entfernungen der Stationen, musste hier natürlich wegfallen, und hat derjenige, den diesen interessiren sollte, im Orginale selbst nachzusehen. Eben dasselbe gilt von den nähern Angaben über die Localität der Standpunkte, die hier nur bei einigen Städten und Dörfern, wo sie besonders nöthig ist, angeführt wurden; bei den Berghöhen, der Mehrzahl der gemessenen Punkte, beziehen sich die Angaben auf die Gipfel. Die Resultate sind im Originale durchgehends in Wiener Klafter angegeben; hier wurden dieselben in Pariser Fusse verwandelt nach hinzugefügt,

weil mit diesem Maasse wohl die meisten Leser eine bestimmtere Vorstellung von den Höhen verbinden und ein Vergleich mit früheren Angaben dadurch erleichtert wird. Der Wiener Fuss von denen 6 einen Wiener Klafter ausmachen, ist bei dieser Reduction zu 140,13 par. Linien gerechnet. Nachstehende Tafeln enthalten nun diese Höhen und zwar:

I. In Tyrol.

	W. Kl.	par. Fuss.
Geishorn, höchster Punkt	1181,90	6900,82
Mütte-Kopf	1459,30	8520,49
Gimpel-Berg	1176,98	6872,09
Waneck-Berg	1311,34	7656,59
Wildegrad-Kogl	1564,27	9133,38
Birken-Kogl	1487,92	8687,59
Hocheder-Berg	1471,27	8590,38
Kl. Sollstein-Berg	1336,33	7802,50
Kothbach-Spitz	1354,28	7907,30
Saile-Berg	1264,54	7383,33
Zunder-Kopf	1033,19	6032,54
Glungeser-Berg	1407,30	8216,87
Patscher-Kofel	1182,95	6906,95
Innsbruck *)	302,61	1766,86
Gilferts-Berg	1317,79	7694,25
Hirschfeng-Berg	1001,44	5847,16
Padauner-Kogl	1087,28	6348,36
Mutten-Joch	1307,04	7631,48
Spian-Joch (od. rother Pleiss-Kopf)	1545,22	9022,15
Hienerspill	1427,68	8335,87
Stanskopf-Berg	1449,73	8464,61
Kaltenberg-Ferner	1526,44	8912,50
Schafberg (oder Schafburg)	1410,08	8233,10
Canisfluhe	1076,27	6284,07
Wiederstein-Berg	1333,65	7786,85
Schwarzhorn	1295,26	7562,70
Feuerstädter-Berg	865,69	5054,55
Hochgerach (oder Alpilla-Spitz)	1032,34	6027,58
Fundl-Kopf	1262,58	7371,89
Hohe Alpele	771,26	4503,19
Pfender-Berg	559,15	3264,74
Sulzberg **)	532,65	3110,01
Lustenau ***)	210,89	1231,33
Frastenzer Sand-Berg	858,13	5010,41
Edelsberg	856,72	5002,17
Kaiser-Joch	1638,98	9569,59

*) Pflaster unter der Kirche des vormaligen Jesuiten-Kollegium.

**) Fussboden des Pfarrkirchthurms daselbst.

***) Fussboden des Pfarrkirchthurms daselbst.

	W. Kl.	par. Fuss.
Ortler- (Ortles-) Spitz	2058,60	12019,66
Kumen - Berg	349,23	2039,07
Pitzlat - Berg	1472,19	8595,75
Danzewelle - Kopf	1657,07	9675,22
Vernum - Spitz (od. Anich Venueg B.)	1483,41	8661,26
Königs - Wand (od. Königs-Spitz)	2033,23	11871,52
Wildspitz - Ferner	1985,28	11591,55
Remm - Spitz	1689,34	9863,63
Hatscheroe - Wand	1673,88	9773,37
Schweinfer - Joch	1973,34	11521,84
Glockthurm	1763,13	10294,48
Pflim - Spitz	1637,10	9558,62
Schröf - Wand	1521,16	8881,67
Spitzner - Joch (od. Kurpigl - Spitz)	1273,22	7434,01
Similaun - Spitz	1904,13	11117,74
Sonn - Joch	1293,01	7549,56
Labach - Spitz	1627,65	9503,44
Ifinger - Spitz	1342,87	7840,68
Gantz - Kofel	980,67	5725,89
Wiedersberger Horn	1117,57	6525,21
Stilfer - Joch	1271,91	7426,36
Vilanders - Berg	1320,96	7712,76
Klein Kreuz - Spitz	1325,40	7738,68
Waldraster - Spitz	1428,67	8341,65
Telfs, Pfarrthurm daselbst	329,87	1926,03
Imst, Pfarrthurm daselbst	434,59	2537,46
Hochvogel	1361,25	7948,00
Flirsch, Pfarrthurm daselbst	605,38	3534,66
Gurtis - Spitz	934,63	5457,07
Hoher Fürst	1792,13	10463,80
Rothewand	1421,85	8301,83
Hochstrassen - Berg	1039,94	6071,95
St. Johann Höchst *)	231,59	1352,20
Lindau **)	204,90	1196,36
Mittagsspitz	1101,94	6433,95
Wörzelspitz	962,35	5618,92
Schleier - Berg	1164,34	6798,29
Winterstaude - Berg	986,27	5758,58
Hoch Salven - Berg ***)	959,47	5602,11
Gross - Rettenstein	1159,04	6767,34
Reiche - Spitz	1556,67	9089,01
Waitzfeld	1743,57	10180,27
Spitz - Stein	836,36	4883,30
Hinter Sonnenwend - Joch	1039,92	6071,83
Juifen - Berg	1039,62	6070,08
Trefauer - Kaiser	1220,05	7123,57
Fell - Horn	922,86	5388,35

*) Am Rhein, Spitze des Pfarrthurms daselbst.
**) Gefängnifsthurm der Stadt.
***) Capelle auf demselben.

	W. Kl.	par. Fuſs.
Plose - Berg	1315,50	7680,88
Zangen - Berg	1311,69	7658,63
Schlern - Berg	1349,08	7876,94
Lagorei - Berg (od. Cima di Lagorei)	1377,07	8040,37
Monte Bondon	1148,00	6702,89
Roen - Berg	1112,39	6494,97
Cima Dodici	1231,42	7189,95
Monte Pizzog	1151,14	6721,22
Monte Pasubio (od. Cima Covel - Alto)	1179,50	6886,80
Monte - Baldo *)	1158,15	6762,15
Monte Scannpia	1123,78	6561,47
Kalis - Berg	576,23	3364,46
Trient **)	129,29	754,89
Monte Corno del Frerone	1408,89	8226,16
Monte Gazza	1097,57	6408,44
Monte Selva piana	508,13	2966,84
Monte Caren	1029,77	6012,57
Verona ***)	26,90	157,06
Solferino, Spitze d. alt. Thurms daſelbſt	122,12	713,03

II. In Illyrien.

	W. Kl.	par. Fuſs.
Triest †)	45,53	265,84
Monte Maggiore	735,03	4291,66
Slaunig - Berg	539,87	3152,17
Nanos - Berg	683,10	3988,45
Ert - Berg	424,94	2481,12
Presistie - Berg	391,28	2284,59
Kokus - Berg	350,54	2046,71
Karlovitz	404,44	2361,42
Orgliach - Berg	580,88	3391,61
Raschuschitza - Berg (od. Glavizorka)	568,46	3319,10
Germada - Berg	355,67	2076,67
Sbevniza	532,10	3106,80
Sia - Berg	652,59	3810,31
Capo d'Istria ††)	7,19	41,98
Braiko - Vrch	575,14	3358,10
Spigni - Vrch	523,24	3055,07
Maigrischan	437,56	2554,80
Coinik - Berg (auch Monte Cavallo)	421,041	2458,35
Veli Planik	668,51	3903,26
Sokolich	397,06	2318,33

*) Höchster Punkt, genannt: Altissimo Monte di Nago.
**) Thurmspitze der Kirche St. Maria Maggiore.
***) Stadtthurm (Fuſsboden deſſelben) auf dem Platze delle Erbe.
†) Spitze des Urthurms in dem Kaſtelle daſelbſt.
††) Fuſsboden des Thurmes der Domkirche daſelbſt.

	W. Kl.	par. Fuſs.
Bella	410,81	2398,62
Berlosnig	575,07	3357,69
Monte Grabri	485,74	2836,11
Bergut-Vrch	469,62	2741,99
Monte Sissol	438,60	2560,87
Veliki Hratiștie	389,13	2272,03
Zeroschitz	428,87	2504,06
Gmainig	359,22	2097,40
Strascha	397,46	2320,67
Csuk	394,88	2305,25
Razbor-Berg	678,61	3962,23
Ostrich	365,63	2134,82
Lissaz	493,70	2882,59
Schabnik	537,24	3136,81
Oberschie	403,00	2353,02
Capo di Terstenik	653,47	3815,45
Szohova	398,62	2327,44
Zeroviza	443,21	2587,79
Plissoviza	403,82	2357,80
Strada	418,14	2441,41
Sidonie	346,56	2023,48
St. Polo *)	40,90	238,80
Monte Sys (auf der Inſel Cherso)	336,19	1962,93
Monte Ossero (auf der Inſel Lossini)	307,42	1794,95

*) Auf dem Magnan grande, Anhöhe nahe am Ufer des Meeres.

VII.

Nachrichten von einem Meteorsteinfalle, am 15. Januar 1824 im Bolognesischen;

von

E. F. F. Chladni.

Aus der Nuova Collezione di opuscoli scientifici di Bologna, da G. B. Bruni, Fr. Cardinali, Fr. Orioli, Fr. e Raf. Tognetti 1824, quaderno III. p. 151.

Dieser Meteorsteinfall ist dem *diario di Roma* zufolge schon in mehreren Zeitungen, und aus dieser auch von mir in der *Vierten Lieferung neuer Beiträge zur Kenntniss der Feuermeteore und herabgefallenen Massen* (in diesen *Annalen der Physik* B. 78 S. 155) erwähnt, wiewohl sehr mangelhaft und ohne genauere Angabe des Datums, weil man aus den vorhandenen Nachrichten nicht wissen konnte, ob diese Begebenheit sich im Januar oder zu Anfange des Februars ereignet habe. Nun findet sich aber ein etwas genauerer Bericht von Francesco Orioli, Professor der Physik in Bologna, in der angeführten *Nuova Collezione*, aus welchem ich das Wesentliche hier mittheile.

1824, den 15. Januar, zwischen 8 und 9 Uhr Abends, ereignete sich ein Meteorsteinfall 4 (italienische) Meilen von der Stadt *Cento*, im untern Theile der Pfarrei von *Renazzo* (nach den Zeitungen *Arenazzo*) in der Provinz von *Ferrara*. Erst sah man

einen lebhaften Glanz, welcher ſich nach einigen Blizzen zerſtreute. (Da die Witterung nicht angegeben iſt, ſo kann man alſo vermuthen, daſs der Himmel nicht möge heiter genug geweſen ſeyn, um das Feuermeteor deutlicher zu ſehen.) Hierauf hörte man auf einer Strecke von mehreren Meilen Durchmeſſer drei ſtarke Knalle wie Kanonenſchüſſe, und ſogleich darauf anderes Getöſe, wie Musketenfeuer, bis jenſeit Cento. Dieſes Getöſe änderte ſich hernach in einen andern Schall um, wie von einem Gegeneinanderſchlagen von Metallen oder dem Getöne vieler Glocken (ſo wie etwas Aehnliches bei Meteorſteinfällen mehrmals bemerkt worden iſt). Endlich, zum groſsen Schrecken der Landleute, fielen mit Heftigkeit und mit Pfeifen einige wenige Steine, deren Richtung man, ungeachtet der Dunkelheit, ſehen und ſie alſo aufheben konnte. Man ſagt, daſs bis dahin drei ſind gefunden worden. Das ganze Ereigniſs dauerte etwa 20 Minuten (wobei wahrſcheinlich die Erleuchtung von nachgelaſſenen leuchtenden Theilen mag mitgerechnet ſeyn). Der Ort, wo der erſte dieſer Steine ſich fand, war von dem, wo der letzte gefunden ward, 1 (italieniſche) Meile entfernt. Einige redeten von einer ſchwarzen Wolke (Rauch oder Dampf des Meteors), welche ſich zuerſt zwiſchen O und S gezeigt, und von welcher ſich hernach ein ſchwarzer Körper von der ſcheinbaren Gröſse eines Keſſels ſchief niederwärts bewegt habe, welcher hernach leuchtend geworden ſey, und die vorhererwähnten Erſcheinungen für Geſicht und Gehör gegeben habe. Ein Stein, welcher in die Hände des Profeſſors und Abbate Ranzani gekommen iſt, ſoll 1½ Pfund ſchwer geweſen ſeyn. Die an-

dern wurden an viele Wiſsbegierige vertheilt. (Nach den Zeitungen iſt der gröſste, 12 Pfund ſchwer, auf der Sternwarte zu Bologna aufbewahrt worden.) Die Steine ſind (ſo wie gewöhnlich) äuſserlich von nicht ſehr dunkler ſchwärzlicher Farbe; im Innern zeigen ſie glänzende Punkte von der Farbe des Eiſens, und hellere runde Kügelchen von derſelben Farbe, wie auch einige weiſsliche runde Körper, mit undeutlichen Facetten, von einem Durchmeſſer meiſtens von 0,1 bis 1 Linie. Weitere Nachrichten erwartet man vom Hrn. Profeſſor Ranzani, der an den Ort gereiſt iſt, und an einem Aufſatze darüber arbeitet. Der Doctor Santaglia, ſupplirender Profeſſor der Chemie, wird eine Analyſe der Steine anſtellen *).

*) Einige neuere Fälle von Meteorſteinen und Feuerkugeln hier hinzuzufügen, unterlaſſe ich, da der hochgeehrte Herr Verfaſſer im Kurzen die Annalen mit einer fünften Fortſetzung ſeiner früheren hieher gehörigen Sammlungen bereichern wird. P.

VIII.

Notizen.

1) Ueber den tiefen Barometerstand im Februarmonat 1825.

Durch die Aufmerksamkeit, welche man in neuerer Zeit den ungewöhnlich tiefen Barometerständen geschenkt hat, ist vielleicht auch das Resultat gewonnen, daſs man es bei diesen groſsen Schwankungen in der Atmosphäre, mit der Simultaneität zwischen verschiedenen, sehr weit von einander entlegenen Orten, nicht so genau zu nehmen habe, wie Einige glaubten. Wenigstens scheint mir dieses unter andern durch das, was Hr. Prof. Brandes im 74 Bande dieser Annal. Seite 65 bekannt gemacht hat, sehr deutlich erwiesen zu seyn. Eine briefliche Mittheilung vom Hrn. Prof. Hansteen, die ich schon seit mehreren Monaten in Händen habe, giebt mir Gelegenheit, dieses auch bei dem tiefen Barometerstand im Februarmonat dieses Jahres zu bestätigen. Hr. Prof. Hansteen sandte mir nämlich folgende von ihm in *Christiania* gemachte Beobachtungen ein:

1825	Barometer-stand in Millimtr bei 0° R.	Temperatur der Luft	Witterung
2 Febr. Nchmtt. 11h 33'	735,5	— 3°,5 R.	ziemlich hell
3 - Vormtt. 8 13	715,0	— 1,0	vermischt. Schn. Nchts
9 10	714,6	— 1,4	still
10 12	714,4	— 0,7	hell. starker Wind S.
11 29	714,3	— 1,1	- - - W.
Nchmitt. 0 15	714,2	— 0,9	- - - NW.
1 5	714,1	— 0,1	- Wind schwächer
2 20	714,15	— 0,2	- zieml. starker W
3 50	714,0	— 1,5	- d. do do
5 32	713,75	— 1,9	- schwächer do
7 32	713,5	— 1,9	hell im Norden; still
8 25	712,9	— 1,8	vermischt
10 29	712,75		*Minim.* = 26'' 3''',96
11 15	713,05	— 5,3	hell
4 Febr. Vormitt. 8h 16'	722,9	— 3,2	hell. Wind. Nord

Die Höhe des Barometerniveaus über der Meeresfläche, geometrisch bestimmt, beträgt 53,58 norwegische oder rheinländische Fuss (den Fuss zu 139,08 Linien gerechnet). Die Reduction auf die Meeresfläche mit der jährlichen mittleren Temperatur und Barometerhöhe ist nach genauen Tafeln im „*Magazin for Naturvidenskaberne*" 1t. Band S. 197 = + 1,mm561 und für Bar. = 712,mm75 und Therm. = — 5° R. = + 1,mm543. Folglich betrug die kleinste, auf 0° reducirte, Barometerhöhe am Gestade des Meeres in Christiania, am 3t. Februar 1825 Abends 10h 29' = 712,75 + 1,54 = 714,29 Millimeter = 316,64 paris. Linien.

In *Thorn*, wo seit Anfange dieses Jahres ein höchst lobenswerthes meteorologisches Tagebuch von Herrn

Endemann geführt wird, mit Instrumenten, die durch das Zusammentreten mehrerer dortiger Freunde der Wissenschaften aus der Werkstätte von Pistor et Schiek herbeigeschafft wurden, beobachtete man das Minimum um 6h Nachmitt. am 4t. Febr. wie folgt *):

Am 4 Febr. 1825	Barometerstand bei 0° R.	Temp. d. Luft	Wind und Wetter
Vermitt. 8h	323,635 par. L.	— 1,5° R.	heiter. 9h Schnee. *W.*
Mittags 12	323,033 - -	— 1,0	Schnee. 12h 45' Hagel. *W*
Nachmitt. 2	322,554 - -	— 0,5	schön. *NW.*
6	321,662 - -	— 0,8	Schnee. *W.*
10h	324,221 - -	— 1,5	trüb. Schneegestöber

Die mittleren Barometerstände in den ersten 6 Monaten dieses Jahres betrugen, bei 0° R.:

im Januar = 337,250 par. L.		im April = 335,527 par. L.
- Februar = 336,797 - -		- Mai = 335,971 - -
- März = 338,822 - -		- Juni = 336,008 - -

und die Höhe des Nullpunktes am Barometer über dem Meere hat Hr. Endemann aus seinen früheren Beobachtungen vorläufig zu 202 preuss. Fuss berechnet.

*) Die Gestattung dieses Auszuges zu gegenwärtiger Benutzung desselben, verdanke ich der Güte des Hrn. Majors von Oesfeld. (*P.*)

In *Berlin* wurden am 4ten Februar vom Hrn. Prof. Berghaus folgende Beobachtungen gemacht:

Stunden	Barometerhöhe bei + 10° R.	Temperat. der Luft	Wind	Wetter
8 M.	325,202 p. L.	— 3,5° C.	SW	Schneegestöber
10 -	324,978 - -	3,5	W	schön
12 -	324,310 - -	3,6	do	trüb
1 N.	324,100 - -	3,6	-	Schneegestöber
1½ -	323,935 - -	3,6	-	- -
2 -	323,930 - -	3,7	-	- -
2½ -	323,885 - -	3,2	-	- -
3 -	323,968 - -	3,5	-	- -
3½ -	323,990 - -	3,0	-	trüb. Schneeluft
4 -	324,070 - -	2,5	-	- -
6 -	325,790 - -	2,7	-	trüb
7 -	326,736 - -	3,0	-	-
10 -	327,984 - -	3,5	NW	heiter

In *Genf* (198,47 Toisen über dem Meere) wurden die Barometerstände (auf + 10° R. reducirt) folgendermaſsen gefunden *):

	bei Sonnenaufgang	um 2 Uhr Nachmittags
4ten Febr. 1825	26″ 10‴	26″ 10,81‴
5 - - -	26 8,56	26 9,25
6 - - -	26 10,19	26 11,50

Im Kloster auf dem *St. Bernhard* (1278 Toisen über dem Meere) analog:

	bei Sonnenaufgang	um 2 Uhr Nachmittags
am 4ten Febr.	20″ 5,31‴	20″ 4,56‴
- 5t. -	3,38	2,56
- 6t. -	3,56	4,56

*) nach den Angaben in der Biblioth. universelle Tom. XXVIII.

Nimmt man zu diesen Beobachtungen noch diejenigen hinzu, welche von Hrn. Dr. Winkler zu *Halle* gemacht worden (unter dessen am 4t. Febr. beobachteten Barometerständen der um 2 Uhr Nachmittags der kleinste ist, nämlich = 325,71 par. Linien bei + 10° R.), so scheinen sie mir hinreichend, um deutlich zu beweisen, daſs die dieſsmalige ungewöhnliche Ebbe in der Atmosphäre (wenigstens zwischen den genannten Orten) von Norden nach Süden fortschritt, und zwar mit einer Geschwindigkeit, die sich noch sehr gut verfolgen lieſs. Wenn man auch nur die Beobachtungen von *Christiania* und *Berlin* berücksichtigen will, als von denjenigen Orten, wo man die Zeit des Minimums unbezweifelt wahrgenommen hat, so geht doch so viel aus ihnen hervor, daſs jene Undulation 14 Stunden gebrauchte, um sich von ersterem Orte nach letzterem fortzuwälzen; auch ist offenbar in *Genf* und auf dem *St. Bernhard* das Minimum mindestens erst am Nachmittage des 5t. Febr., also ungefähr abermals 12 bis 14 Stunden später eingetreten. In Christiania und in andern Orten des Nordens *) war das Sinken des Barometers am be-

*) Hrn. Prof. Argelander zufolge (Astronom. Nachrichten No. 76) erreichte das Barometer zu *Åbo* sein Minimum am 3t. Febr. um 7h 15' mittl. Zeit, und zwar betrug dieses auf 0° R. und auf die Meeresfläche reducirt = 314,10 par. Linien. [Dieſs ist einer der tiefsten Barometerstände, der je am Meere beobachtet worden ist; denn die Richtigkeit der Angabe Muschenbroeck's von 311 p. L. (Gilb. 73. 410) läſst sich unbedenklich in Zweifel ziehen.] Im 2ten dieſsjährigen Heft vom Magazin for Naturvidenskaberne giebt Hr. Prof. Hansteen über die ihm vom Hrn. Prof. Hällström aus *Åbo*, *Peters-*

trächtlichsten, und scheint von dort nach Süden hin abgenommen zu haben. Die in England geführten meteorologischen Tagebücher deuten zwar an, dass das Minimum daselbst auf den 3t. Febr. fiel; doch sind die Beobachtungen (wenigstens die Auszüge von denselben, die zur öffentlichen Kunde gelangen) sammt und sonders zu mangelhaft, als dass sich aus ihnen etwas Bestimmtes über die Zeit und den Betrag des Minimums folgern liesse. In Paris ist unter den Barometerhöhen am 3t. Febr., die um 9 Uhr Abends beobachtete die kleinste = 749,mm25 bei 0° C.; indess stand das Barometer noch am 5t. Febr. Abends 9 Uhr auf 751,mm67. Das Sinken war hier also nicht ungewöhnlich, und eben so scheint es in England der Fall gewesen zu seyn. Uebrigens ist klar, dass das Phänomen, welches sich von Norden her, wahrscheinlich strahlenartig ausbreitete, in Richtung von NO nach SW, das Maximum seiner Geschwindigkeit gehabt hat. Diess als einstweilige Notiz; auf Vollständigkeit macht es keinen Anspruch.

burg und *Stockholm* mitgetheilten Barometerbeobachtungen, in Verbindung mit den von ihm selbst zu *Christiania*, und vom Prediger Hrn. Hertzberg zu *Ullensvang* angestellten, eine graphische Darstellung. Aus dieser (die numerische Grundlage ist nicht mitgetheilt) ist wenigstens deutlich zu ersehen, dass das Minimum unter den genannten Orten, zu *Stockholm* am frühesten eintrat (vor Mittage am 3. Febr.) und daselbst am beträchtlichsten war. Uebrigens ging das Barometer an diesen Orten so ziemlich parallel und erreichte an allen das Minimum am 3t. Febr.; in *Petersburg* wie es scheint am spätesten. Jedoch muss ich es dahin gestellt seyn lassen, welchen Grad von Genauigkeit die Zeitbestimmungen in *Ullensvang*, *Petersburg* und *Stockholm* besitzen. Von *Åbo* bis nach *Christiania* hat das Minimum, mit Berücksichtigung der Meridiandifferenz zwischen beiden Orten, sich ungefähr innerhalb vier Stunden fortgepflanzt, und diess ist eine Geschwindigkeit, die ein Sturmwind in den obern Luftschichten wohl leicht erreichen kann, und für ihn am Ende noch nicht das Maximum seyn mag. *P.*

2) Neue und auſserordentliche Mineralien, entdeckt in *Warwick* in der Grafſchaft Orange, in New York *).

Alles, was in den Thälern von Sparta, Franklin und Warwick an Auſserordentlichem vorkommt, gehört zur Formation des körnigen Kalkſteins (crystalline limestone), welcher vielleicht in keiner andern Gegend der Welt ſeines Gleichen hat. Selbſt Arendal und Wroe (?) ſtehen dieſen Kalkthälern an mineraliſchen Reichthümern nach.

Als ich neulich dieſe Formation unterſuchte, machte ich im Stadtgebiet von Warwick, in der Grafſchaft Orange, die Entdeckung von Mineralien, die an Gröſse und Schönheit zu den auſserordentlichſten gehören, welche je bekannt wurden. Man denke ſich Pleonaſtkryſtalle (Spinelle pleonaste), an deren Baſis eine Seite drei bis vier Zolle oder der Umfang zwölf bis ſechszehn Zolle miſst! Dieſe Kryſtalle ſind ſchwarz und glänzend, zuweilen zuſammengewachſen, zuweilen einzeln, an dieſem Fundort ſelten oder niemals kleiner als eine Stückkugel (bullet). Einige kommen loſe vor, indem ihr Muttergeſtein zerſetzt iſt; wenn dieſes aber unzerſtört iſt, werden ſie vereint gefunden mit (what has never been described, namely, **)) Serpentinkryſtallen, in ſchwach rhomboidalen Prismen, von einer Gröſse, die der der Spinellkryſtalle parallel geht, oft grünlich und compact, zu andern Zeiten durch eine Beimiſchung von Brucit gelb gefärbt. Dieſe Kryſtalle haben nicht die geringſte Aehnlichkeit mit dem Marmolit von Nuttall, welcher von Hrn. Vanuxem

*) Aus den Ann. of phil. 1825. Oct. 314. Auszug.

**) Man ſehe dieſe Ann. Bd. 75. S. 385. (P.)

irrthümlicherweise, bloss seiner chemischen Verwandtschaft wegen, zu dem Serpentin gesetzt würde.

Die Grösse von anderen Krystallen an diesem Orte (Warwick) ist eben so erstaunlich, wie die von den Spinellen. Krystalle von *Skapolith*, mit Endflächen (terminated), sind gefunden, von denen jede der sechs Flächen des Prismas vier Zolle mist, also der Umfang vier und zwanzig Zoll und selbst darüber. Sie sind natürlicherweise rauh und zerfressen; jedoch sind die kleineren Prismen, oft mit schmalen Abstumpfungen (replacements) auf den Kanten versehen, sehr vollkommen und meist durchsichtig; sie alle sind schwach grün gefärbt. Hr. Dr. Samuel Fowler, von dem diese Nachricht herstammt, giebt noch eine kurze Notiz von einem dem Steatit (Speckstein) verwandten neuen Minerale, für das er den Namen *Pseudolith* vorschlägt. Es soll in, zum Theil durchsichtigen, weichen, grünen, octaëdrischen Krystallen vorkommen, eingewachsen wie der erwähnte *Spinell* im Kalkstein.

3) Chloraluminium; Alumium.

— „Ich beschäftige mich jetzt viel mit einigen neuen Versuchen, bei welchen ich *Chlorargillium*, d. h. die Verbindung des Chlors mit dem brennbaren Grundstoff der Thonerde erhalten habe, indem ich Chlor über ein glühendes Gemenge von *Thonerde* und *Kohle* leitete. Auf dieselbe Art habe ich auch *Chlorsilicium* erhalten. Eben so glaube ich dadurch den Weg gefunden zu haben, den brennbaren Grundstoff der Thonerde für sich, darzustellen.“ (Oersted in einem Briefe an Hansteen. Mag. for Naturv. 1825. 11. Hft. S. 176.)

ZU HALLE,

ATOR DR. WINCKLER.

Tg	St.	Baro[meter] bei +10° pari[ser Maass]	[T]herm. [fr]eym. [b]ei im [Sc]hatten	Haar Hygr bei +10° R.	Wind	Wetter
1	8	337.''	4.°1	94.°9	W. 3	trüb
	12	36.	6. 9	96. 0	W. 3	trüb
	2	36.	7. 8	76. 9	sw. 3	trüb
	6	36.	6. 3	94. 7	wsw. 2	trb Abrth
	10	36.	4. 7	95. 5	W. 1	schön
2	8	36.	3. 3	92. 9	SW. 2	vr Mgrth
	12	36.	7. 6	63. 5	SW. 2	verm
	2	35.	7. 0	70. 1	SW. 2	verm
	6	35.	6. 0	70. 6	SW. 3	trüb
	10	35.	3. 2	100.	SW. 3	tr Rg Gw
3	8	35.	1. 3	97. 1	W. 2	schön
	12	35.	2. 6	77. 7	wsw. 3	trb Gw
	2	35.	2. 5	80. 9	SW. 3	vr Rg Hgl
	6	34.	0. 3	88. 8	wnw. 1	trb Abrth
	10	34.	9. 3	95. 8	W. 1	schön
4	8	31.	9. 7	91. 4	N. 3	verm
	12	31.	1. 7	65. 1	N. 5	verm
	2	31.	2. 0	60. 1	N. 3	schön
	6	30.	9. 1	60. 9	N. 2	sch Abrth
	10	31.	6. 7	76. 4	NW. 2	trüb
5	8	31.	5. 5	70. 7	ono. 2	htr Mgrth
	12	31.	8. 1	46. 5	ono. 2	verm
	2	31.	9. 3	43. 5	O. 2	verm
	6	31.	7. 4	57. 8	O. 1	vr Abrth
	10	31.	5. 4	69. 6	O. 2	heitr
6	8	31.	3. 7	76. 0	NO. 1	htr Mgrth
	12	31.	8. 6	51. 6	O. 2	verm
	2	31.	3. 4	48. 0	ono. 2	trüb
	6	31.	7. 0	58. 3	oso. 2	sch Abrth
	10	30.	4. 7	72. 3	O. 2	heitr
7	8	31.				
	12	31.				
	2	31.				
	6	30.				
	10	30.				
			Therm.	Hygr.	Wind	
8	8	29	+282.°4	2837.°05	S	
	12	29	+585. 8	3174. 45	SO	
	2	30	+600. 3	3203. 79	SW	
	6	30	+330. 2	2[illegible]3. 43	S.	
	10	30	+1998.	11445.72	SW	

Thermometrograph Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags	Wasser-Stand der Saale
1	+ 5.°7	+20.°1	4' 2''
2	5. 6	19. 4	4 2
3	6. 6	15. 4	4 5.5
4	10. 4	13. 3	4 5.5
5	6. 3	13. 8	4 4
6	6. 2	12. 9	4 2
7	5. 3	10. 6	4 1
8	6. 0	13. 5	4 4
9	7. 6	15. 2	4 4.5
10	6. 2	18. 4	4 6
11	9. 4	19. 4	4 7
12	10. 3	21. 5	4 6
13	10. 5	20. 3	4 6
14	9. 4	19. 0	4 3
15	10. 7	14. 3	4 4
16	10. 1	15. 3	4 4
17	10. 6	19. 2	4 4
18	11. 2	18. 9	4 6.5
19	11. 1	17. 9	4 4
20	10. 4	21. 2	4 3
21	12. 7	24. 9	4 2
22	12. 9	16. 3	4 2
23	9. 8	12. 9	4 2
24	6. 6	15. 1	4 1
25	8. 2	18. 8	4 1
26	9. 8	18. 8	4 2
27	9. 1	13. 7	4 3
28	8. 4	12. 9	4 3
29	3. 7	10. 2	4 2
30	+ 1. 7	+ 9. 6	4 2
Sma	+252.5	+492.8	128' 8''
Mittl	+ 8.42	+16.43	4. 5.5
	Min. + 1.°7	Max. +24.°9	
	grösste Veränd. 23.°2		

Uebersicht d Witterung Tage	Zahl
heiter	2
schön	6
verm	12
trüb	10
Nebel	1
Regen	10
Hagel	2
Gewitter	1
windig	15
stürmisch	3
Nächte	
heiter	9
schön	6
verm	2
trüb	11
Regen	2
Gewitter	1
windig	9
stürmisch	2
Mrgrth	9
Abrth	21

	Barom.		Therm.		Hygrom.	
Mittl	334.''' 171	SW	+13.°32	SW	76.°32	SW
Max.	340. 841	ono	+24. 0	ssw	100 00	wnw
Min.	328. 150	SO	+ 3. 7	NO	38.24	S
Vränd	11.''' 691		20.°3		61.76	

Am 20. Vormittgs viel Cirrus auf heit. Grde, der in W in Schleier
Nchmittgs Cirrus oft dicht, der Horiz. bel. und Spt-Abds heitr. Am
heiter, sonst bed. Cirr. Str. meist; Nchmittgs auf heit. Grde Cirrus-
u. NW herüber lockere Cirr. Str., Abds und spätr wolkig bed. Am
gleicher Decke fein Reg. der bis 11 anhält, doch oft pausirt. Tags
irr. Str. auf der Decke die Abds von N her in Cirr. Str. sich sondert;
terhalb dünn bel., oben heitr. Am 23. Morg. einz. Regtrpf. bei wolk.
11 und kurz nach 12 starker Regsch., dazwischen Sprühreg., Abds
lk. Decke in Cirr. Str. auf, und spätr ist es heitr. 9 U. 34½' tritt die
Waage, daher hat das Herbst-Aequinoctium Statt. Am 24. dichte,
hat sich Mittags in Cirr. Str. modif. die oben viel heit. Grund lassen,
Nchmittgs bildet sich wieder wolk. Bed. die fortbestehet; Spt-Abds
Am 25. starke Wolkendecke ist Nchmittgs hie und da licht, Spät-
riz. bel., oben heiter. Am 26. Auf heit. Grde Vormittgs viel Cirr.,
t, in O u. S Schleier; Nchmittgs im Contin. offne Stellen; Abds auf
ke Cirr. Str. und Spt-Abds in W u. NW düster; seit 7 U. Reg., stark
egen 9 in NW mässig Donner. Am 27. früh in S unterhalb weisses
st heitr; Vormittgs bildete sich Gewittformat. in N, seit ¾12 in NW
ner. Die düstern Gew. Wolken ziehen aus NW herüber, es fällt Reg.
v. ziehet nach O hinein, ¾1 ist es vorüber. In nnw entwickelt sich
n neues Gewitter und ziehet übers Zenith nach SO, heftige Donner-
k Reg. u. Hagel. ¾3 schlägt, mit einem harten und heftigen Krach,
ein Haus hies. Neumarkts, trifft zuerst die Feueresse, bahnt sich Weg
chs, 1 Fuss breit die Ziegel zerbrechend, erschlägt einen Mann, dem
zeug und die Haare versengt werden, und geht, Fenster zerschlägend,
— Spät-Abds der Horiz. bel., sonst heitr. 5 U. 7' Morg. der Voll-

Am 28. Cirr. Str. bed. meist, unten dicht, Mittgs treten rings kl.
Abds am Horiz. Cirr. Str. Streifen, oben wolkenleer, nicht klar; Spät-
bed. Am 29. Morg. heitr, nur am Horiz. Cirr. Str. Streifen; Tags
übereinander geschichtet, oben auf heit. Grunde Cirr. Str., Abds bed.
ganz, doch bleibt O offen; Spt-Abds heitr. Am 30. früh W dunstig,
Mittags zeigt wolk. Decke selten eine offne Stelle, dann löst sie durch
h auf und später ist es heiter.

---

s Monats: viel schöne Tage; warm und trocken, nur Anfangs und
nde kalte Nächte. Mässige südl. und westl. Winde herrschend. Aus-
urch zwei Gewitter.

ufe dieses Monats in ihrem Hauptcharakter mehr als katarrhalisch-
ymptomen. Daher Bluterbrechen, Blutspucken, ruhrartige Durch-
Scharlach zeigten sich nur noch in solchen Familien, in denen frü-

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1825, ZEHNTES STÜCK.

I.

II. *Geognostische Bemerkungen über Brevig's Umgegend;*

von

M. Keilhau *).

In der Einfahrt des *Langesundfjordes* eröffnet sich eine weite Aussicht auf die Umgegend der kleinen Stadt *Brevig*. In Osten sieht man ein tief eingeschnittenes Festland, so wie eine Menge Inseln und Schären, die aus trümmerförmigen, ohne Regel gruppirten Klippen bestehen, in deren Klüften eine sehr sparsame Vegetation Nahrung und Haltung findet. Gegen Westen breiten sich ebenfalls durchschnittene Bergmassen und zusammengedrängte Höhengruppen aus, allein das Terrain erscheint im Ganzen flacher, mehr in sanftern Wellenformen ausgeprägt, und gröſstentheils von Nadelwald ununterbrochen bedeckt. In der Mitte zieht sich ein Landstrich hin, welcher der Vegetation meist günstig und in so fern durch eine gewisse Regelmäſsigkeit ausgezeichnet ist, daſs sowohl

*) Fortsetzung der im Septemberheft mitgetheilten Bemerkungen.

fein Festland als die an ihm gehörigen Inseln überall steile, ja öfters lothrechte Wände nach Westen kehren, während sie sich in entgegengesetzter Richtung mit ganz allmäligem Abfall in den Fjordspiegel verflächen.

Diese so hervorstechende Verschiedenheit im Relief der Landschaft ist hier, wie so oft anderswo, in der Beschaffenheit der Gesteine gegründet, welche in den verschiedenen Theilen vorherrschend sind. Das östliche Gebiet (Fig. 1 tab. V.) wird ausschliessend von granitischen Gesteinen, das westliche von Gneusbildungen gebildet; dagegen herrscht Kalk in dem mittleren Landstriche.

Das Gestein des Granitgebietes besteht aus krystallinisch körnigem Feldspath, der mit Hornblende, Glimmer, Zirkon und Quarz verwachsen ist, indem sich bald einzelne dieser Gemengtheile, bald mehrere, bald alle vorfinden *). In den Varietäten, welche durch das Auftreten oder Verschwinden eines dieser beigemengten Elemente veranlasst werden, herrscht ein Vor- und Rückwärtsschreiten, das weder einer bestimmten Regel unterworfen ist, noch innerhalb irgend einer bestimmten Gränze angegeben werden kann. Die ganze Gebirgsmasse ist nur ein Ganzes, und bei allen Verschiedenheiten ihrer Zusammensetzung vollkommen stetig; denn auch die vorhandenen kubischen, plattenförmigen, säulenförmigen Absonderungen rühren von Ursachen her, welche der Lauf der Zeiten mit sich brachte.

Das westliche Gebiet wird gleichfalls von krystallinischen Concretionen, und namentlich von Feld-

*) Syenit, Granit, Zirkonsyenit.

ſpath, Glimmer, Hornblende und Quarz gebildet, welche ſich entweder alle zugleich, oder theilweiſe in verſchiedenen in einander verlaufenden Mengungsverhältniſſen vereinigt finden. In allen Varietäten jedoch, welche aus dieſen ſchwankenden Mengungsverhältniſſen hervorgehen, iſt Glimmer oder Hornblende in ſolcher Menge vorhanden, daſs das Geſtein die Structur des Gneuſes und der mit ihm verwandten Schiefer erhält; nur in einzelnen untergeordneten Vorkommniſſen vermag ein ungewöhnliches Uebergewicht von Feldſpath die Granitſtructur hervorzurufen. Hieraus folgt, daſs das Terrain aus Parallelmaſſen zuſammengeſetzt erſcheinen muſs, was um ſo mehr in die Augen fällt, da ſich die verſchiedenen Mengungsverhältniſſe in der Richtung des Streichens der Parallelſtructur ziemlich conſtant verhalten, während ſie in der überkreuzenden Richtung häufig abwechſeln. Dadurch kommt eine Folge von Bändern und Streifen zum Vorſchein, von welchen ſich einige durch ihren Glimmer- *), andere durch ihren Hornblende-Reichthum **) auszeichnen, während noch andre vollkommenen Gneus darſtellen. Die Streichungslinien ſind ſelten ſchnurgerade, ſondern gewöhnlich gewunden, ja zum Theil ſogar zurücklaufend; ſie behaupten indeſs eine Normalrichtung ungefähr von O nach W. Das Einſchieſsen iſt in der Regel ſüdlich, aber ſo ſtark, daſs es oft bis 90° beträgt, ja zum Theil ſogar nördlich wird.

In der Zwiſchenſtrecke, deren Breite vom Granit bis zum Gneuſe etwa eine halbe geographiſche Meile beträgt, treten folgende Geſteine auf:

*) Glimmerſchiefer.

**) Theils Hornblendſchiefer, theils Diabas.

1) Dichter, splittriger, rauch- und aschgrauer Kalkstein, mit häufigen Versteinerungen aus den Ordnungen der Mollusciten, Crustaciten und Polypiten.

2) Marmor oder krystallinisch-körniger Kalk; schwärzlich-blaulich-grau, graulich- und blaulich-weiss; in den grobkörnigsten Varietäten sind die Kalkspath-Individuen, welche sie zusammensetzen, nur locker verwachsen; er umschliesst hier und da dieselben Petrefacten wie der dichte Kalkstein.

3) Thonschiefer, schwarz, mild, matt oder schwach schimmernd.

4) Kieselkalk, chokoladenbraun, dicht, matt, in sehr feinen Puncten schimmernd, grobsplittrig, auch graulich- und braunlich-schwarz, grünlichgrau, dicht, splittrig mit Anlage zu muschligem Bruch; braust schwach mit Säuren, und ermangelt nicht gänzlich der organischen Ueberreste des dichten Kalksteines.

5) Kalkkiesel von schwarzen, braunen, röthlichen, blaulichen, grünlich-weissen und gelblich-weissen Farben; splittrig, zum Theil muschlig; matt, in dünnen Splittern schwach durchscheinend; braust nicht mit Säuren; hat Anlage zum Dickschiefrigen.

6) Kieselfels von röthlichen, gelblich- und graulich-weissen Farben; er ist eigentlich ein veränderlich proportionirtes Gemeng von Quarz und Feldstein, und demnach verschieden in Hinsicht auf Bruch, Dichtigkeit, Glanz, Härte und Schiefer-Anlage.

7) Porphyre, Quarz-Feldstein mit Feldspathkrystallen; verschiedentliche Massen mit abwechselnd hervortretendem Kiesel-, Thon- und Eisen-Gehalt und Hornblendkrystallen; basaltische Porphyre. (**

a 2

Jede von diesen Bildungen ist durch *Uebergänge* mit den übrigen verkettet. Zwischen dem dichten Kalksteine und dem Marmor liegt eine Reihe, in welcher die körnige Textur ganz allmälig zum Vorschein kommt. Von dem dichten Kalksteine läuft durch den Kieselkalk und Kalkkiesel nach dem Kieselfels eine andre Reihe, in welcher der Kiesel allmälig den Kalk verdrängt (Konit, Kieselschiefer und jaspisartige Bildungen). Der Thonschiefer entsteht, indem sich Thon nach und nach aus den Kalk- und Kiesel-Verbindungen hervorarbeitet. In den Massen, in welchen Kiesel oder Verbindungen von Kiesel und Thon die Oberhand gewonnen haben, äussert sich ein Streben, Feldspath- und Hornblend-Krystalle zu entwickeln, welches in dem Grade sein Ziel erreicht, dass Porphyre zum Vorschein kommen.

Jedoch verursachen diese Uebergänge keinesweges ein solches Zusammenfliessen der differenten Bildungen, wie in dem granitischen Terrain. Die aufgezählten Gesteine und deren Mittelglieder sind lagenweise mit einander verbunden, und bilden eine Folge von parallelen, scharf begränzten Massen, deren Ordnung nur in einzelnen Fällen mit der Reihe übereinstimmt, in welcher die Uebergänge erfolgen.

Das Schichtensystem beginnt in W oder WSW an der Gränze des Gneusgebietes, und setzt gegen O oder ONO bis zum Granitgebiete fort; denn diese Richtung behauptet das Einschiessen, dessen Winkel zwischen 10° und 90° variirt.

Der dichte Kalk und die verschiedenen Modificationen des Kieselkalkes nehmen den grössten und zumal mittelsten Theil des Terrains ein, und bezeich-

nen dasselbe somit als ein Kalkterrain; Thonschiefer, Marmor und die Porphyrbildungen werden von ihnen in der Form untergeordneter Lager eingeschlossen. Etwas selbstständiger sind der Kalkkiesel und Kieselfels, welche die Schichtenfolge in der Nähe des Granitgebietes beschliessen.

Die Mächtigkeit der Parallelmassen ist sehr verschieden; sie wechselt von Bruchtheilen eines Centimeters bis zu mehreren Metern, und steht oft in einer bestimmten Relation zu der specifischen Beschaffenheit der Parallelmassen. In den zwischen den Kalkbildungen liegenden Quarz-Feldstein-Lagern findet sich kaum ein Feldspathkrystall, wenn nicht die Mächtigkeit wenigstens 1 Meter beträgt; je mächtiger die Lager, um so vollkommner der Porphyr. Diess ist am auffallendsten in einer Suite, deren am meisten krystallinisches Extrem eine eisenhaltige, basaltische Masse mit Hornblende ist: zwischen reinem Kalke liegen dünne Lagen eines röthlich-grauen Kalkkiesels; die Lagen werden mächtiger, und der Kalkkiesel geht in röthlich-braunen Jaspis über; die Lagen werden noch mächtiger, und die Masse erhält körnigen Bruch mit kenntlichen krystallinischen Theilen, der Eisengehalt nimmt zu, und die Hornblende kommt zum Vorschein.

Es giebt einige Ausnahmen von der Regel, zufolge welcher die Gesteine im Kalkterrain Schichten und Lager bilden. So tritt die so eben erwähnte basaltische Bildung oft in *Gängen* auf, und durchschneidet die Lager mehr oder weniger rechtwinklig. Ferner findet man, dass die Porphyre mit Feldspathkrystallen in Quarzfeldstein von der regelmässi-

gen Lagerform abweichen, indem sie ganz *unregelmäſsige* Maſſen bilden, welche als Buckel und kleine Felſen ohne eine beſtimmte Längen-Dimenſion hervortreten. — Als eine beſondere Ausnahme verdient eine Maſſe genannt zu werden, welche man auf *Breviga* Halbinſel an der Einfahrt des *Eidangerfjördes* findet. Sie ſcheint mitten inne zwiſchen Kalkkieſel und Kieſelfels zu ſtehen, iſt blaulichgrau, dicht, doch mit Anlage zum Körnigen, und giebt beim Anhauchen Thongeruch. Sie kommt gangartig in einem grünlich-weiſsen Kalkkieſel vor, der 20° in NO einſchieſst; ſie ſelbſt fällt 80° in SW und durchſchneidet ſomit die Schichten in der Richtung ihres Streichens. Fig. 2 tab. V zeigt das Verhältniſs im Grundriſſe. Bei *a* endigt ſich eine vom Hauptgange auslaufende Verzweigung plötzlich; in *b* iſt das Nebengeſtein in den Gang gleichſam eingefalzt; *c* iſt ein vom Gange ganz eingeſchloſſenes Stück des Nebengeſteines, welches nichtsdeſtoweniger dieſelbe Lage behauptet, wie die Parallelmaſſen auſserhalb des Ganges.

Das Zuſammentreffen des Kalk- und Granit-Terrains läſst ſich auf *Aröe*, *Gjeteröe* und am Ende des *Eidangerfjordes* beobachten. Vergl. tab. V Fig. 1. In dieſer Richtung iſt es, wo die Kieſelgebilde die Schichtenfolge des Kalkes beſchlieſsen, was dadurch vermittelt wird, daſs der Kalk, wie man ſich ſeiner öſtlichen Gränze nähert, nach und nach zurückgedrängt erſcheint. Sobald er verſchwunden iſt, zeigen ſich merkliche Veränderungen in den Kieſelbildungen; der Kieſelfels geht in graulich- und röthlich-

weifsen, lillafarbigen, dickschiefrigen, splittrigen, zum Theil auch fast körnig abgesonderten Quarzschiefer über; weiterhin nimmt dieser Quarzschiefer Glimmerblättchen und Hornblendkrystalle auf, bis sich endlich vollkommner *Glimmerschiefer* und *Hornblendschiefer* oder ein Gemenge von beiden entwickelt. Der Quarz selbst behauptet sich theils in diesen Bildungen, theils verschwindet er ganz, so dafs man nichts als schwarzen feinschuppigen Glimmer und dunkelgrüne Hornblende sieht. Bei diesem Uebergange behalten die Parallelmassen im Ganzen das normale Streichen des Kalkterrains; das Einschiessen nimmt aber dergestalt zu, dafs die Hornblend- Glimmerschiefer gewöhnlich seiger stehen, ja sogar *nach Westen hin einschiessen.* Diese Schiefer nun sind es, welche nebst dem Quarzfels in unmittelbarer Verbindung mit dem granitischen Terrain stehen. Bevor man aber die continentale Masse der Feldspathconcretionen erreicht, sieht man, wie die granitischen Bildungen in den mannichfaltigsten Ausläufern sporadisch in den Quarzfels eindringen, oder zwischen dem Glimmer- und Hornblendschiefer verwachsen sind. Im Quarzschiefer geschieht es zum Theil, dafs die Granitmassen ohne angebliche Gränze mit der umgebenden Masse verschmolzen sind; theils aber wird die Begränzung dadurch kenntlich, dafs sich Glimmer und Hornblende in der Nähe des Contactes so häufig dem Quarze insinuiren, dafs die Structur desselben gneusartig wird, wo dann derselbe Contrast gegen die rein granitische Structur der Feldspathconcretionen aufkommt, welcher jederzeit die Begränzungen sichtbar werden läfst, wenn die letzteren in Hornblend- Glim-

merschiefern auftreten. Zwischen diesen verzweigen sie sich, indem sie entweder ganggartig die Parallelmassen durchsetzen, oder auch auf kurze Strecken lagerartig zwischen ihnen fortsetzen.

Im Contacte ist es gewöhnlich der Fall, dass das regelmässige Streichen der Schiefer, zumal der quarzigen, plötzlich gestört wird. In 5 Decimeter Entfernung von einer eingeschlossenen Feldspathconcretion kann der Quarzschiefer noch ganz schnurgeraden Structur-Parallelismus zeigen, während er bei weiterer Annäherung an die granitische Masse nach Aufnahme einer hinreichenden Menge von Glimmer und Hornblende im Contacte selbst gewunden und ganz verbogen erscheint.

Geht man weiter vorwärts nach dem Continentalterrain der Feldspathconcretionen, so bemerkt man, dass die sporadischen Massen derselben häufiger und ausgedehnter werden, und sich endlich zu einem zusammenhängenden Ganzen vereinigen. Sogleich tauschen sich die Rollen um: der Hornblend-Glimmerschiefer tritt sporadisch und isolirt zwischen den Feldspathbildungen auf, verschwindet endlich ganz, und es bleibt nichts mehr übrig, was an das Kalkterrain erinnern könnte.

Hinsichtlich der sporadischen Glimmerschiefermassen verdient erwähnt zu werden, dass sie selbst in mehrerer Meter Entfernung von dem Schieferterrain, und bei einer nur sehr geringen Ausdehnung, nichtsdestoweniger dieselbe Lage ihrer Structurebene behaupten, welche in dem Schieferterrain herrschend ist. Und hinsichtlich der im Schiefer isolirt auftretenden Feldspathconcretionen darf man es nicht über-

sehen, dass sie dort eben so vollkommen granitisch-grobkörnig sind, als im Continentalterrain, und dass sie eben sowohl, ja fast noch häufiger, Zirkon, Molybdän, Flussspath und andere accessorische Gemengtheile enthalten. Man bemerkt höchstens den einen Unterschied, dass sie innerhalb der Quarzschiefer ungewöhnlich reich an Quarzkörnern sind.

Jedoch sind die bisher erwähnten Contacterscheinungen nicht durchgängig geltend; verschiedene Puncte zeigen verschiedene Verhältnisse, und es lassen sich zum Theil vollkommne Uebergänge aus den Gebilden des Kalkterrains in die grobkörnig-granitischen Concretionen nachweisen. Die Uebergangsreihe geht von einer chokoladenfarbigen Varietät des Kieselkalkes aus, welche im Sonnenscheine feine schimmernde Punkte zeigt, und schwach mit Säuren brauset. Sie modificirt sich in sehr verschiedenen Richtungen; man verfolgt sie durch einen jaspisartigen, violett-, grünlich- und bräunlich-gestreiften Kieselschiefer bis zu jenem braunen Jaspis, welcher sich in mächtigen Lagern als eine basaltische Masse mit Hornblendkrystallen darstellt; man erkennt sie noch in gewissen Quarz-Lagern von unvollkommner Sandsteinstructur, und wird an sie beim Anblicke der lillafarbigen dicksplittrigen Quarzschiefer erinnert. In der Nachbarschaft des granitischen Terrains sieht man, wie dieser ausgezeichnete Kieselkalk zwischen Lagern eines grauen dickschiefrigen Quarzgesteines kleine schwarze Glimmerblättchen aufnimmt; der Kalk wird verdrängt, und im Bruche tritt die körnige Structur deutlich hervor; Feldspath und Hornblende kommen zwischen dem Glimmer zum Vorschein, und

die Reihe endigt mit einem vollkommenen Syenit, wie er nur dem Granitgebiete angehören kann.

Ein dergleichen Uebergang schliesst indess keinesweges jede Demarcation aus. Denn theils zeigen mehr oder weniger dichte Kieselgebilde partielle Recidive auf irgend einem Punct der Uebergangsreihe, wo die krystallinischkörnige Structur bereits aufgetreten war, theils geschieht es auch, dass diese Structur plötzlich und früher eintritt, als ein durchgängig gleichmäfsig fortschreitender Uebergang erwarten läfst. Solchergestalt können die am weitesten entfernten Glieder der Reihe zwischen und neben einander vorkommen, und die Combination erscheint im Ganzen als eine bald mehr bald weniger verwirrte Zusammenlagerung mehr oder weniger differirender Bildungen. Ein ausgezeichnetes Beispiel hiervon giebt eine Felsenwand im innersten *Eidangerfjorde* (auf der Karte im Puncte *a*). Sie ist ungefähr 30 Meter hoch, und zeigt im Profile eine scharfe Demarcationsfläche mit Syenit im Hangenden und graulichschwarzem, feinkörnig schimmerndem Quarzsteine im Liegenden. Die Fläche fällt etwa 60° in O. Fig. 4 tab. V giebt ein ideales Bild von diesem Contactverhältnisse zwischen beiden Gesteinen; sie bezieht sich eigentlich auf einen verticalen Schnitt, kann aber auch für einen horizontalen Schnitt gelten.

Wenn man anfangs die Frage aufstellte: wie der Kalk wohl vom Granite getrennt seyn möge? so wird es jetzt einleuchtend, dass im gegenwärtigen Falle nicht sowohl von einer Trennung, als von einer Verknüpfung die Rede seyn kann. In dieser Hinsicht dürfte es nicht unzweckmäfsig seyn, ein specielles

Phänomen anzuführen, welches von sehr grofser Bedeutung zu seyn scheint. Auf der östlichen Küste von *Aröe* (Punct *b* auf der Karte) wird der Quarzschiefer von einer basaltischen Gangmasse durchsetzt, welche mit dem in Lagern vorkommenden Basaltgebilde identisch ist; der Gang ist etwa ½ Meter mächtig, seiger und schneidet die Schieferparallelen unter einem Winkel von 80°. In seiner östlichen Erstreckung erreicht er endlich die Feldspathconcretionen, welche ihm ungefähr 1 Meter weit auf seiner Nordseite entgegentreten, während ihn auf der andern Seite noch Quarz einfafst. Innerhalb dieses Theiles seiner Erstreckung nimmt seine Mächtigkeit etwas ab, so wie er aber gänzlich aus dem Quarzschiefer heraustritt, zertrümmert er sich in der Granitmasse. Der Grundrifs in Fig. 3 tab. V stellt die ganz eigenthümliche Beschaffenheit dieser Zertrümmerung dar, welche man theils mit der Wirkung eines Stofses gegen einen widerstehenden Körper, in dessen Masse Splitter des zertrümmerten Ganges eindrangen und sitzen blieben, theils mit dem untern Ende eines Baumstammes vergleichen kann, da wo er sich in Wurzeln zertheilt. Auch in der Zusammensetzung und in den Gemengtheilen des Ganges zeigen sich bedeutende Veränderungen, sobald er mit den Feldspathconcretionen in Berührung kommt; der basaltische Charakter verschwindet; Spuren von Feldspath und Quarz erscheinen zwischen der Hornblende, und die in der um und zwischen den Gangtrümmern befindlichen Granitmasse ungewöhnlich häufigen Zirkonkrystalle lassen sich auch in der Gangmasse selbst bemerken.

So giebt es denn mehrere, und, wie es ſcheint, ſehr verſchiedenartige Verknüpfungsarten zwiſchen den Gebilden des Kalk- und Granit-Terrains. Es wird unmöglich, eine ganz ſichere Gränzlinie zwiſchen beiden Gebieten zu ziehen; denn eigentlich bildet ſich in ihrem Zuſammentreffen eine eigene untergeordnete Zone, ein neutraler, oder vielmehr gemeinſchaftlicher Diſtrict aus, an welchem das eine wie das andere Terrain, entweder in Folge freundſchaftlicher Verhältniſſe, oder vermöge eines im Kampfe erworbenen Rechtes, Antheil hat. Wenn die Gebilde des Kalkterrains die Tendenz zeigen, jenen Charakter zu entwickeln, welcher den granitiſchen Concretionen angehört, und dieſe wiederum ihrerſeits jenen mit Uebergängen entgegentreten, ſo kommt die intermediäre Zone als ein Reſultat zum Vorſchein, in welchem ſich die beiden differenten Typen vereinigen, indem ſie als ſolche aufgehoben werden. Wenn dagegen an andern Puncten eine dergleichen gegenſeitige durch Uebergänge vermittelte Annäherung nicht zu bemerken iſt, ſo ſcheint dieſelbe Zone der Schauplatz eines feindlichen Zuſammentreffens zu ſeyn, und es herrſcht eine Verwirrung, bei welcher ſich ganz fremde Geſtalten eindrängen.

Unter dieſen unerwartet eintretenden Bildungen, mittels welcher ſich das Kalk- und Granit-Terrain berühren, haben wir bereits den Glimmer- und Hornblend-Schiefer genannt. Noch gehören dahin: gewiſſe baſaltiſche Bildungen, deren Vorkommen ſich blos auf die intermediäre Zone einſchränkt, und welche ſich am nächſten an die Feldſpathconcretionen anzuſchlieſsen ſcheinen. Sie bilden eine Reihe von in-

einander übergehenden Varietäten, deren Extreme Porphyr und Mandelstein sind; die Grundmasse beider ist graulichschwarz, schwachschimmend, von sehr feinkörnig-flachmuschligem Bruch, schwer zersprengbar und von einem dem Basalte fast gleichkommenden specifischen Gewichte. In dieser Grundmasse sind theils schwarze Hornblendkrystalle, theils kleine Kugeln und Mandeln von Feldstein oder sehr feinkörnigem Feldspathe eingewachsen. Kommen die Hornblendkrystalle allein vor, so resultirt das eine Extrem, welches wir als Porphyr bezeichneten; sind aber die Kugeln und Mandeln vorherrschend, so sieht man Mandelstein. Gewöhnlich treten Puncte von Grünerde sowohl in der Hauptmasse des Mandelsteines als in Gesellschaft mit dem Feldsteine oder feinkörnigem Feldspathe (nicht Kalkspathe) der Mandeln auf. Diese Porphyr- und Mandelstein-Bildungen bilden durch weite Strecken einen Saum längs der Gränze des Granit-Terrains, durch welchen die oben erwähnten Verknüpfungen mit dem Kalk-Terrain mehr oder weniger verhindert werden. Vermittels der basaltischen Massen entsteht eine ganz mittelbare Verbindung; ihre Contactverhältnisse zu der einen wie zu der andern Seite zeigen wiederum jenes wechselsweis sporadische Auftreten einer Bildung innerhalb der andern, jene confuse Verschlingung, welche der regelmässigen Lager- und Schichten-Form so ganz fremd sind.

Wiewohl stückweis unterbrochen und ausgekeilt, können diese Massen in Vergleich zu ihren untergeordneten Vorkommnissen doch eine nicht unansehnliche Erstreckung erreichen. Verfolgt man die Gränz-

Zone nach Norden über *Steen* hinaus, so trifft man in den Bergen zwischen *Hjerpen* und *Slemdal* dieselben basaltischen Gebilde bei einer Breite von ¼ Meile weiter als eine Meile *) fortsetzend. Westlich von *Nevlungen* sind sie ebenfalls nicht wenig mächtig. In der Nähe von *Brevig* breiten sie sich am weitesten auf *Stoköe* aus. Weit eingeschränkter sind die Glimmer- und Hornblend-Schiefer der Gränz-Zone; sie erreichen wohl nirgends eine Breite von 100 Meter, und können kaum eine Streichungs-Parallele aufweisen, welche sich ununterbrochen auf 500 Meter Länge erstreckte.

Was wir rücksichtlich der Gränz-Zone und ihrer Erscheinungen bemerkt haben, scheint zur Beurtheilung der wesentlichen Beschaffenheit der zwischen den zusammentreffenden Terrains Statt findenden Relationen hinreichend zu seyn. Demungeachtet dürfte man vielleicht eine positive Antwort auf die Frage fordern: welchen Hauptcharakter die Lagerungsverhältnisse beider Gesteine an sich tragen? Ist es das Verhältniss wie zwischen Unterteuftem und Unterteufendem, oder ist es eine vollkommene Juxtaposition? Das herrschende Einschiessen im Kalkterrain liess anfangs vermuthen, dass dieses die Basis der Feldspathconcretionen bilde; allein in der intermediären Zone nahm der Winkel des Einschiessens weit über jene Gränze zu, welche die Annahme einer Auflagerung gestattet. Allerdings ist noch ein Einschiessen entweder unmittelbar unter das granitische Terrain, oder unter einzelne ihm angehörige Massen vorhanden; al-

*) Es sind durchgängig geographische Meilen zu verstehen.

lein der Winkel ist in der Regel nahe 90°, und das Einschiessen in einigen Fällen sogar entgegengesetzt. In Hinsicht auf jene Frage muss daher das Verhältniss als eine *Juxtaposition* beurtheilt werden, bei welcher sich das Schichtensystem des Kalkes im Allgemeinen etwas unterstützend, die Feldspathconcretionen etwas anlehnend verhalten.

Der Contact des Kalkterrains mit den Schiefern des westlichen Gebietes ist weit einförmiger und anscheinend einfacher, als die Combination mit den granitischen Gebilden. Das Gnensgebiet wird vom Kalke in einer Linie begränzt, welche von *Rogn* nach *Omberenäs* läuft, aber sich weiter nördlich der Beobachtung entzieht, weil alles vom *Frierfjords* bedeckt wird. Dieser ganzen Linie entlang treten Schichten des Kalkterrains auf, welche in einem fortlaufenden Absturz vertical abgeschnitten sind, und sich solchergestalt mehr als 50 Meter über die niedrigere, gegen Westen ausgebreitete Landschaft erheben. Da nun diese letztere, in demselben, zum Theil auch in einem tieferen Niveau als der Fuss jenes Absturzes aus Gnensbildungen besteht, und da es von diesen bekannt ist, dass sie von O nach W streichen und seiger stehen, während die Schichten des Absturzes von N nach S streichen und nur wenige Grade von der Gränze wegfallen, so scheint der Schluss allerdings hinlänglich begründet, dass hier zwei einander ganz fremde Formationen zusammentreffen, von welchen die eine die Basis, die andere die Bedeckung bildet. Nichtsdestoweniger könnte es möglich seyn, dass ein solcher

Schluſs etwas übereilt wäre. Als Thatſache können wir folgendes Contactverhältniſs anführen. Am ſüdlichen Ende des *Stokkevand* (vergl. tab. V Fig. 1) iſt der erwähnte Abſturz von einer Schlucht *) durchbrochen, aus welcher ſich der Poſtweg von *Stathelle* in das Gebiet des Gneuſes ſenkt. Hat man daſſelbe auf der Nordſeite des Weges betreten, und geht darauf öſtlich fort, ſo trifft man eine Geſteinsfolge, deren Profil tab. V Fig. 5 dargeſtellt iſt. Die Gneusgebilde *a* verſchwinden im Puncte *b*, und es folgt ein graulich- und gelblichweiſser, feinſplittriger, zum Theil körnig abgeſonderter Quarz, deſſen Maſſe das Anſehen eines Lagers hat, welches mit ſeiner oberen Fläche ungefähr 10° in N hor. 4¾ **), alſo einigermaſsen parallel mit der Oberfläche des vorliegenden Terrains einſchieſst, und 1 bis 2 Meter über daſſelbe aufſteigt.

Im Liegenden, wo die Quarzmaſſe die Ausgehenden der ſeigeren Schichten berühren mag, läſst ſich die Begränzung nicht wahrnehmen, ſo daſs man nicht mit Beſtimmtheit ſagen kann, ob die ſcheinbare Mächtigkeit von 1 bis 2 Meter die wirkliche Mächtigkeit der Maſſe ſey, und ob ſie auch im Liegenden ihre Lagerform behaupte. Auf den Quarz folgt eine porphyrartige Bildung *c*, aus theils aſchgrauem, theils ſchmuziggelbem Quarzfeldſtein mit

*) Sie heiſst *Tangvold-Klev.*

**) Alle Compaſsſtunden ſind auf den wahren Norden zu beziehen.

Hornblendkryſtallen; ſie wird von einen Maſſe reinen körnigen Hornblendgeſteines *d* bedeckt, welche theils mit ihr durch unmittelbare Uebergänge verbunden, theils durch eine dem Liegenden des Porphyres parallele Demarcationsfläche von ihr getrennt iſt, ſo daſs in ſofern das Vorkommen des Porphyres das eines 1 Meter mächtigen Lagers iſt. Das Hornblendgeſtein erſtreckt ſich mit vielen kleinen Unebenheiten bis zu dem groſsen Abſturz des Kalkterrains, und ſcheint deſſen Baſis zu bilden; es iſt bald mehr bald weniger grobkörnig, und verſinkt ſogar an manchen Stellen in eine dichte Zuſammenſetzung, welche Uebergänge auf der einen Seite in einen blaulichſchwarzen und blaulichgrauen körnigen Quarz mit feinen Glimmerblättchen und Eiſenkiespuncten, auf der andern Seite in einen ſchwarzen kieſelartigen Schiefer zeigt, welcher die erſten Schichten *e* des Abſturzes bildet; dieſer Schiefer nimmt in den folgenden Schichten mehr Thon und endlich in den höheren Kalk auf.

Uebereinſtimmende Verhältniſſe findet man bei *Ombersnäs*. Das Hornblendgeſtein iſt hier mehr grobkörnig und verräth viel Aehnlichkeit mit der Maſſe in den mächtigſten baſaltiſchen Gängen und Lagern des Kalkterrains. In einigen Puncten berührt es den Gneus unmittelbar, entweder weil es ſich weiter gegen Weſten ausbreitet, als die unter ihm liegenden Quarz - und Porphyrgebilde, oder weil dieſe ſich innerhalb des Raumes ihrer gewöhnlichen Erſtreckung ausgekeilt haben. Die Hornblendmaſſe ſcheint dann auf den Ausgehenden des Gneuſes gleich-

ßen wie festgeleimt und mit ihnen verwachsen; auch finden sich Stücke des letzteren innerhalb des Hornblendgesteines, welche wenigstens die Gestalt von Rollsteinen oder Geschieben haben.

Wir heben als Resultat heraus, daſs der Kalk zur unmittelbaren Berührung des Gneusgebietes eben so wenig Neigung zeigt, als zu jener des Granitgebietes, und daſs der Contact mit jenem sowohl als mit diesem eigenthümliche Bildungen hervorruft, welche sich durch ihren Reichthum an Kieselerde und zum Theil durch ihre krystallinische Structur auszeichnen.

Auf tab. VI findet man einige specielle Belege für die Combinationsverhältnisse der Gesteine in *Brevigs* Umgegend.

Fig. 1 ist der Grundriſs eines horizontal entblöſsten Felsbodens in der Nähe von *Lillegaard* auf der Gränze von Kalk und Granit (Punct *c* auf der Karte tab. V Fig. 1). *a*) ein Theil der continentalen Granitmasse, die hier als grobkörniger Syenit mit Zirkonen auftritt; *b*) sporadische Massen desselben Syenites innerhalb des Schiefers *c*), dessen Gemengtheile dunkel lauchgrüne Hornblende und schwarzer Glimmer sind, und welcher 70° bis 80° gegen das Graniterrain hin einschieſst; *d*) sporadische Schiefermassen mit weit mehr Glimmer als *c* und mit völlig schnurgeradem Structurparallelismus, dessen Ebene

80° nach derselben Richtung hin einschieſst wie die groſse Schiefermaſſe.

Fig. 2, *a*; Profil einer Klippe, welche in der Verticalebene des Fallens entblöſst iſt. Sie ragt etwa 50 Meter ſüdlich von dem auf der Karte mit c bezeichneten Puncte aus der Dammerde hervor, ſo daſs die in Fig. 1 von der Maſſe *a* am weiteſten abſtehenden Schieferparallelen als Fortſetzung der öſtlichen, dem Granitterrain zugewendeten Seite der Klippe zu betrachten ſind. Auf dieſer Seite ſieht man alſo eine mit *c* in Fig. 1 identiſche Schieferbildung; nach dem Liegenden hin verkleinern ſich die ſie conſtituirenden Glimmerblättchen und Hornblendkryſtalle allmälig, ſo daſs die Maſſe in der Mitte des Profiles ganz homogen erſcheint. Der Uebergang endigt in den weſtlichſten Schichten mit einem grünlich- und gelblich-weiſsen Kieſelkalk. Mehr oder weniger vollkommene gang- und lagerartige Partieen von granitiſchen Feldſpathconcretionen dringen von Oſten in die Klippe ein.

Fig. 2, *b*; ein mit dem vorigen paralleles, aber ungefähr 50 Meter weiter nach Süden gelegenes Profil. Die granitiſche Maſſe, identiſch mit *a* in Fig. 1, tritt aus der Bedeckung von Vegetation und Steinſchutt hervor, und zeigt eben dergleichen Schiefermaſſen, welche in der Verticalebene des Fallens durchbrochen ſind.

Fig. 3. Grundriſs des Felsbodens im Puncte *b* auf *Aröe*; er kann als ein horizontaler Schnitt betrachtet werden, obgleich der Boden etwas uneben

ist, und von der See mit 10° bis 15° Neigung aufsteigt. *a* reiner Quarzschiefer mit abwechselnd gelblichweissen, gelblichgrauen, röthlichen und braunen Parallelmassen, welche 70° in N hor. 3½ einschiessen, und eine sporadische Syenitmasse, *b*, mit häufigem Zirkon, auch mit Molybdän und Flussspath umschliessen. Ueberall, wo sich der Quarzschiefer dem Granite nähert und denselben berührt, erscheinen die schnurgeraden Parallelmassen gebogen und in den verschiedensten Richtungen verschlungen; zugleich füllen sie sich mit Hornblende und Glimmer. Wo die Parallelen dem Syenit nicht seitlich ausweichen und sich zurückbiegen, sondern sich gerade gegen ihn abstossen, da erscheinen sie im Contacte so innig mit ihm verwachsen, dass die Gränze unkenntlich wird. *c* ist ein vom Syenit umschlossenes Stück Quarz mit Glimmer und Hornblende.

Fig. 4. Grundriss der nördlichsten Landzunge von *Gjeteröe*, nebst Profil in der Verticalebene des Einschiessens. *a* verschiedene lagenweis wechselnde Nüancen von Kieselkalk und Kalkkiesel, 60° bis 70° in N hor. 4½ einschiessend. Es kommen grünlichgraue und blaulichgrüne, dichte und feinsplittrige Varietäten vor, welche Streifen und Bänder von 1 Centimeter Breite bilden; die röthlichen und chokoladfarbigen, schwachschimmernden Nüancen sind etwas mächtiger; beide wechseln mit dünnen Lagen von blaulichweissem, körnigem Kalkstein; *b* zwei Lager einer hornblendreichen, sehr eisenhaltigen, basaltischen Masse; *c* zwei Lager von blaulichweissem, grobkörnigem Marmor, welche durch eingeschobene,

½ Centimeter mächtige Streifen von braunem Kieselkalk in dünnere Lagen abgesondert sind. In *d* ist der Kalk gänzlich verschwunden, und man sieht nichts als graulichweisse, röthliche und braune lagenweis wechselnde Quarzschiefer mit 70° bis 80° Einschiessen in N hor. 4½. Nach der granitischen Concretion *e* hin werden die Streichungslinien der Schiefer wellenförmig, und Glimmer nebst Hornblende finden sich ein; der Granit selbst gleicht übrigens jenem von *Aröe*, nur ist er reicher an rothem Feldspathe und ärmer an Zirkon.

Fig. 5. Ein Verticalschnitt in der Richtung des Einschiessens durch den Punkt *d* auf *Gjeteröe*. Das Gestein ist ein gelblichweisser, versteinerungsreicher Kalk, dessen Structur zwischen dem Dichten und Feinkörnigen schwankt. Er zeigt häufige Lager und Streifen, von denen die mächtigsten schwarzbrauner, sehr schwerer, hornblendreicher Eisenbasalt (*Jernbasalt*) sind; die minder mächtigen Lager bestehen aus einer röthlichbraunen, jaspisartigen, grüngestreiften Masse von flachmuschligem, feinsplittrigem Bruch und mit starker Imprägnation von Eisenkies. Die dünnsten Bänder, die sich zuletzt ganz in der Kalkmasse verlieren, sind röthlichgrauer Kalkkiesel oder grauer Kieselkalk. Die Schichten insgesammt schiessen 40° in N hor. 4½.

Fig. 6. In der Nähe des Punctes *e* auf *Aröe* (eigentlich auf *Stor-Aröe*) ragen Felsenwände mehr oder weniger senkrecht aus dem Meeresgrunde auf. Sie bestehen aus verschiedenen Varietäten von Quarz-

ſchiefer mit Lagern und Gängen der eiſenbaſaltiſchen (*jernbasaltisk*) Maſſe. Fig. 6 ſtellt einen Theil einer ſolchen Felswand dar, und kann als ein Verticalſchnitt in der Diagonalrichtung zwiſchen Streichen und Fallen betrachtet werden; die Schichten fallen etwa unter 60° vom Beobachter weg, und man ſieht ſie halb en face, halb im Profil; *a* Quarzſchiefer, *b* die Ausgehenden baſaltiſcher Maſſen.

Fig. 7. Ein andrer Theil derſelben Felswände. Man ſieht die Schichten ganz en face, und kann die Zeichnung als einen Schnitt durch die Verticalebene des Streichens betrachten; *a* Quarzſchiefer; *b* lagerartige baſaltiſche Maſſen; *c* eine gangartige Maſſe desgleichen, welche ſich nach unten nicht auskeilt, ſondern plötzlich wie quer abgeſchnitten endigt. Wo der Quarzſchiefer den ſo begränzten Gang trifft, iſt er vollkommen ſtetig, unverrückt und unverändert; dagegen ſcheint die Stetigkeit der durchſetzten Baſaltlager durch das Eintreten des Ganges aufgehoben zu ſeyn.

Fig. 8. Ein Enface, analog mit dem vorhergehenden und von derſelben Gegend auf *Aröe*. Die baſaltiſche Gangmaſſe *a* verſchmilzt gänzlich mit der Lagermaſſe *b*; beide ſind vollkommen einerlei. Das Lager zeigt ſich in ſofern durch das Zuſammentreffen mit dem Gange verrückt, als es auf der einen Seite deſſelben nur halb ſo mächtig iſt, wie auf der andern; eben ſo erſcheint der Gang nach ſeinem Austritte aus dem Lager, da, wo er unter dem Geröll wieder zum Vorſchein kommt, nur mit der

Hälfte seiner früheren Mächtigkeit; e sind unregelmäſsige, mit dem Gange und Lager gleichartige und theils mit ihnen zusammenhängende, theils ganz isolirte Massen. Das Nebengestein dieser basaltischen Bildungen ist hier ebenfalls Quarzschiefer.

(Fortsetzung folgt.)

II.

Beschreibung mehrerer neuer oder bisher nur unvollständig bekannter Mineralien;

von

Wilhelm Haidinger *).

I. *Allanit* **). *Tetarto-prismatisch* (ein und eingliedrig. Weiss). Beobachtete Combination wie in Fig. 1. Neigung:

*) Der vorliegende Aufsatz ist zum grossen Theil ein Auszug aus dem Appendix No. 1, der von Hrn. Haidinger besorgten, im Jahre 1825 zu Edinburgh erschienenen, englischen Uebersetzung des *Grundrisses der Mineralogie* von Friedr. Mohs. Hr. Haidinger, der sich gegenwärtig für einige Zeit in Berlin aufhält, hat mit zuvorkommender Güte diesem Aufsatze Mehreres hinzugefügt, sowohl an Zeichnungen, als einzelnen Bemerkungen, besonders in Betreff der vier letzten Species. Die vom Hrn. Prof. Mohs eingeführte Bezeichnungsweise, mit denen ich vielleicht nur einen geringeren Theil des Publikums vertraut annehmen konnte, ist nur da beibehalten, wo ihre Bedeutung schon durch die mitfolgenden Figuren erklärt wird, und es können selbst die hier vorkommenden Beispiele dazu dienen, sich den Geist dieser Methode eigen zu machen. Einiges, besonders hinsichtlich der Terminologie, ist an Ort und Stelle erläutert; auch hielt ich es des Vergleiches halben für gut, bei den Mohs'schen Benennungen der Krystallsysteme, die vom Hrn. Prof. Weiss in Parenthesis hinzuzufügen. *P.*

**) Allanite. Thomson. Trans. Roy. Soc. Edinb. Vol. VI. p. 371. Prismatisches Ceroxyd od. Allanite. Jameson Syst. of Miner. Vol. III. p. 181. Manual of Mineralog. p. 319. Allanit zum Theil. Phillips. p. 264.

von r zu $M = 120°$; von d zu $r = 124\frac{1}{2}°$; von s zu $t = 164\frac{1}{2}°$
- r - $P = 116°$; - y - $r = 109°$; - z - $y = 151°$
- M - $P = 115°$; - s - $z = 156\frac{1}{2}°$; - t - $y = 166\frac{1}{2}°$
- s - $r = 135\frac{1}{2}$;

Theilbarkeit: undeutlich parallel mit r und R. *Bruch*: unvollkommen muschlig. *Glanz*: unvollkommen metallisch. *Farbe*: bräunlich oder grünlich schwarz. *Strich*: grünlich grau. Undurchsichtig, in dünnen Splittern schwach durchscheinend, braun. Spröde. *Härte*: = 6,0. Specif. Gewicht = 4,001 (Bournon).

Der Allanit schäumt vor dem Löthrohre und schmilzt unvollkommen zu einer schwarzen Schlacke; gelatinirt in Salpetersäure und besteht nach Dr. Thomson aus:

Ceroxyd	33,90	Kalk	9,20
Eisenoxyd	25,40	Thonerde	4,10
Kieselerde	35,40		

Er wurde zu *Alluk* in Ost-Grönland von Hrn. Karl Giesecke entdeckt, und zuerst von Hrn. Allan beobachtet. Er wird von pyramidalem Zirkon, rhomboëdrischem Quarz u. s. w. begleitet.

II. *Akmit**) *Hemi-prismatisch* (zwei und eingliedrig. W.). Beobachtete Combination wie in Fig. 2. (im Kabinet des Hrn. Allan). Neigung von M zu M über r = 86°56', Winkel abc = 28°19' (*Mitscherlich*); s zu s = 119°30'; Kante zwischen s zu s gegen r = 106°. Die Zwillingskrystalle parallel mit r zusammengewachsen.

Theilbarkeit: deutlich parallel mit M, auch mit r und l und s. *Bruch*: unvollkommen muschlig. Oberfläche, r nach der Länge unregelmäßig gestreift, die übrigen Flächen sehr eben, doch nicht sehr glatt. *Glanz*: Glasglanz. *Farbe*: bräunlich schwarz. *Strich*: blaß gelblich grau. Undurchsichtig, sehr dünne Split-

*) Achmite. *Ström*. Edinb. phil. Journ. Vol. IX. p. 55.

ter sind durchscheinend, und zeigen eine schöne gelblich braune Färbung. Spröde. Härte = 6,0 bis 6,5. Spec. Gew. = 3,24 (Ström).

Er sieht dem paratomen Augitspath (*Augit*), sehr ähnlich, besonders in Rücksicht der Form und regelmäfsigen Zusammensetzung. Nach Berzelius besteht er aus:

Kieselerde	55,25	Kalk	0,72
Eisenoxyd	31,25	Natron	10,40
Manganoxyd	1,08		

Er schmilzt leicht vor dem Löthrohre zu einer schwarzen Kugel. Er wurde zu *Eger* in Norwegen gefunden, eingewachsen in Granit *). Sein Name ist von ἀκμή eine Spitze, wegen der Form seiner Krystalle, abgeleitet.

III. *Babingtonit* **). *Tetarto-prismatisch* (ein und eingliederig. W.). Beobachtete Combination ist Fig. 3 dargestellt. Winkel nach Levy:

p zu m = 92°34′ ; m zu t = 112°30′ ; g zu m = 132°15′
p zu t = 88° ; m zu h = 137°5′ ; h zu g = 89°20′
t zu h = 155°25 ; p zu d = 150°25 ;

Theilbarkeit: deutlich, parallel mit p und t. *Bruch:* unvollkommen muschlig. *Glanz:* glasartig. *Farbe:* schwarz, oft grünlich, dünne Splitter sind schwach durchscheinend, und von einer grünen Farbe senkrecht auf p, und von einer braunen parallel mit dieser Fläche. In gröfseren Krystallen scheint er undurchsichtig. *Härte* = 5,5 bis 6,0.

Er ähnelt gewissen dunkelgefärbten Varietäten vom paratomen Augitspath (*Augit*). Hrn. Children zufolge besteht er aus Kieselerde, Eisen, Mangan und Kalk mit einer Spur von Titan. Er

*) Man sehe den folgenden Aufsatz des Hrn. Möller. (*P.*)

**) Babingtonite. Levy in Annals of Philos. new series Vol VII. p. 275.

wird zu Arendal in Norwegen gefunden, in kleinen auf der Oberfläche von Albit befindlichen Krystallen.

IV. *Baryto-Calcit* *). *Hemi-prismatisch* (zwei und eingliedrig. W.). Combinationen wie in Fig. 4 u. 5. Neigung von *M* zu *M* = 106°54'; *h* zu *P* (über *a*) = 106°8'; *P* zu *M* = 102°54', nach Brooke; *b* zu *b* = 95° 15'; *h* gegen die Kante zwischen *b* und *b* = 119°, *P* gegen dieselbe Kante = 135°; *c* zu *c* = 145°54', *d* gegen *d* über *h* = 68°. Derb, in körnigen Zusammensetzungen.

Theilbarkeit: vollkommen parallel mit *M*, weniger leicht zu erhalten, jedoch vollkommen parallel mit *P*. *Bruch*: uneben, unvollkommen muschlig. *Oberfläche*: *h* gestreift parallel den Combinationskanten mit *M*; die vertikalen Prismen parallel mit der Axe. *Glanz*: Glasglanz in den Fettglanz neigend. *Farbe*: graulich-gelblich- oder grünlich-weiss. *Strich*: weiss. Duchsichtig bis durchscheinend. Härte = 4,0 Spec. Gew. = 3,66, Children.

Für sich schmilzt er nicht vor dem Löthrohre, mit Borax aber giebt er eine klare Perle. Besteht nach Hrn. Children aus:

Kohlensaurem Baryt	65.9
Kohlensaurem Kalk	33.6

Zuweilen giebt er Spuren von Eisen und Mangan. Man trifft ihn in ziemlich beträchtlichen Mengen zu *Alten Moor* in Cumberland an, so wohl derb als krystallisirt.

Die Entdeckung des *Baryto-Calcit's* ist besonders geeignet, die Vortheile einer systematischen Nomenclatur zu zeigen. Nach Untersuchung seiner Charactere und seiner Aehnlichkeit mit anderen Species, wird er unmittelbar dem Geschlechte der *Hal-Baryte*

*) Baryto-Calcite, Brooke. Ann. of Phil. new series Vol. VIII. p. 114. Edinb. Journ. of Science. Vol. I. p. 378.

(Mohs) untergeordnet und muſs deshalb die Benennung: *hemi-prismatiſcher Hal-Baryt* erhalten.

V. *Brewsterit* *). *Hemi-prismatiſch* (zwei und eingliedrig. W.). Combination in Fig. 6. dargeſtellt, Neigung der Kante zwiſchen *d* und *d*, gegen die zwiſchen *h* und *h* = 93°40′; *d* zu *d* = 172°. Die Prismen: *h* = 136°: *g* = 156°; *e* = 131°; *c* = 121°. Brooke.

Theilbarkeit: vollkommen parallel mit *P*, Spuren parallel mit einer Fläche, die die Kante zwiſchen *h* und *h* hinwegnimmt. *Bruch*: uneben. Die Oberfläche der Prismen geſtreift parallel ihrer gemeinſchaftlichen Durchſchnitte. Glanz, glasartig, perlenmutterartig auf *P*. *Farbe*: weiſs, ins Gelbe und Graue geneigt. Durchſichtig ... durchſcheinend. *Härte* = 5,0 bis 5,5. *Spec. Gew.* = 2,12 bis 2,20. Dr. Brewster.

Er wird gefunden in Kryſtallen und kryſtalliniſchen Häutchen, in Begleitung mit rhomboëdriſchem Kalk-haloid (Kalkſpath) zu Strontian in Argyleshire **). Er ähnelt beſonders dem prismatoidiſchen und hemiprismatiſchen Kuphonſpath (Strahlzeolith und Blätterzeolith. Wern.). Vor dem Löthrohr verliert er zuerſt ſein Waſſer und wird undurchſichtig, dann ſchäumt er und ſchwillt auf, aber iſt ſchwer ſchmelzbar. Mit Phosphorſalz giebt er ein Skelet von Kieſelerde.

VI. *Brochantit* ***). Prismatiſch (zwei und zweigliedrig. W.). Combination wie in Fig. 7. Neigung: zwiſchen den anliegenden beiden *o* = 150°30′, von *M* zu *M*, über die Kante zwiſchen *o* und *o* = 114°20′, zwiſchen den anliegenden beiden *d* = 63°0′. Levy.

*) Brewsterite. Brooke. Edinb. phil. Journ. Vol. VI. p. 112. Brewsterite Phillips p. 200.

**) Hr. Bergemann in *Berlin* beſitzt ein Stück, ganz der Varietät von Strontian ähnlich, von *St. Turpet* im Münſterthale bei Freiburg.

***) Brochantite. Levy. Ann. of phil. Oct. 1824. p. 241.

Theilbarkeit: parallel mit *M*. Fläche *M* schwärzlich und matt, die übrigen Flächen glatt und glänzend. *Farbe*: Smaragdgrün. Durchsichtig. *Härte* = 3,5 bis 4,0 ungefähr.

Nach den Versuchen vor dem Löthrohre, von Hrn. Children, besteht er aus Schwefelsäure und Kupferoxyd. Wegen seiner Unlöslichkeit in Wasser ist er entweder ein Salz mit Ueberschuss an Basis oder er enthält, wie Hr. Children annimmt, einige andere Substanzen, als Kieselerde oder Alaunerde neben den beiden zuvor genannten. Er ist in kleinen aber deutlichen Krystallen, auf einer nierförmigen Varietät des hemiprismatischen Habronem-Malachites (*Malachit*. Wern.) gefunden, welche ihrerseits octaëdrisches Kupfererz bedecken, in der Bank-Grube zu Ekatherinenburg in Sibirien.

VII. *Brookit* *). *Prismatisch* (zwei und zweigliedrig. W.). Verhältniss der Axen: $a : b : c = 1 : \sqrt{3,237} : \sqrt{1,149}$ **).

Eine der beobachteten Combinationen ist Fig. 8 abgebildet. Neigung von:

e^2 gegen e^2 (über a') = 101°37′	i gegen i (über a') = 149°37′
e^2 — e^2 (anliegend) = 135°46′	$b\frac{1}{2}$ — $b\frac{1}{2}$ (über a') = 135°41′
e^2 — e^2 (über m) = 94°44′	$e\frac{3}{8}$ — $e\frac{3}{8}$ (an der Axe) = 77°36′
a^2 — a^2 (an der Axe) = 148°56′	m — m (über h') = 80°0′
a' — a' (an der Axe) = 124°52′	

Glanz: Metallähnlicher Demantglanz. *Farbe*: Haarbraun, in ein tiefes Orangegelb übergehend, zuweilen röthlich. *Strich*: gelblich weiss. Durchscheinend.. undurchsichtig, die helleren Farben erscheinen bei durchfallendem Lichte. Spröde. Härte = 5,5 bis 6,0.

*) Brookite. Levy. Annals of Phil. Febr. 1825.

**) Es bezeichnet *a* die Axe, *b* und *c*, die beiden Diagonalen der Basis.

Er enthält Titan, ist aber bis jetzt noch nicht analysirt worden. Die ersten Varietäten wurden von Hrn. Soret beschrieben, unter den Mineralien, welche das pyramidale Titanerz (Anatas) aus der Dauphinée begleiten. Aber viel schönere Krystalle, einige derselben von einem halben Zoll in Durchmesser, sind kürzlich am *Snowdon* in Wales gefunden worden. An beiden Orten sind sie von rhomboëdrischem Quarz begleitet; in der Dauphinée überdiess von pyramidalem Titan-Erz, auch von Crichtonit und Albit.

VIII. *Bucklandit* *). *Hemi-prismatisch* (zwei und eingliedrig. W.). Beobachtete Combinationen wie in Fig. 9 und 10. Neigung der Flächen, nach Levy:

o zu $d = 103°56'$;	o zu $p = 114°55'$	o zu $P' = 95°40'$
d - $d = 70°40'$;	o - $P = 121°30'$	d - $P' = 160°24'$
d - $p = 125°20'$;	o - $o' = 99°41'$	

Theilbarkeit: nicht beobachtet. *Farbe*: dunkelbraun, fast schwarz. Undurchsichtig. Er scheint härter zu seyn als der paratome Augitspath (Augit).

Er ward entdeckt in kleinen Krystallen auf einer Handstufe aus der *Neskiel*-Grube, nahe bei *Arendal* in Norwegen, wo er mit schwarzer Hornblende, Skapolith und Kalkspath vorkommt. Er ähnelt dem paratomen Augitspath.

IX. *Childrenit* **). *Prismatisch* (zwei und zweigliedrig. W.). $P = 130°20'$; $102°30'$; $97°50'$ ***), Brooke. $a : b : c = 1 : \sqrt{2,448} : \sqrt{1,103}$.

*) Bucklandite. Levy. Ann. of phil. Febr. 1824. p. 134.

**) Childrenite. Brooke. Brande's Quarterly Journal. Vol. XVI. p. 274.

***) Die Winkel in ihrer Folge beziehen sich auf die stumpfe Axenkante, auf die scharfe Axenkante und auf die Seitenkante der ungleichschenkligen Pyramide.

Einfache Gestalt: $P - \infty$ (*f*); $\frac{4}{3}P$ (*b*) = 135°56′ 111°42′, 85°3′. *P* (*e*); $\frac{3}{4}\breve{P}r + 2$ (*a*) = 55°6′; $\breve{P}r + \infty$ (*P*)

Eine Combination aus allen diesen Gestalten ist Fig. 11. abgebildet.

Theilbarkeit: unvollkommen parallel mit $\breve{P}r + \infty$. *Bruch*: uneben. *Glanz*: glasartig, zum Fettglanz geneigt. *Farbe*: gelblich weiſs, weingelb, ockergelb, und hell gelblichbraun. *Strich*: weiſs. Durchſcheinend. Härte = 4,5 bis 5,0.

Nach Dr. Wollaston beſteht er aus Phosphorſäure, Thonerde und Eiſen. Er wurde bisher nur in der Nachbarſchaft von Taviſtock gefunden in einzelnen Kryſtallen und kryſtalliniſchen Häutchen auf brachytypem Parachros-Baryt (Spatheiſenſtein. Wern.), hexaëdriſchem Eiſen-Kies und rhomboëdriſchem Quarz, zufällig auch von rhomboëdriſchem Fluſs-Haloid (Apatit) begleitet.

X. *Comptonit. Prismatiſch* (zwei und zweigliedrig. Weiſs.). Beobachtete Combination wie in Fig. 12. Neigung von *o* zu *o* = 177°35, von *a* zu *a* = 91°, Brooke, = 93°45 nahe, Brewster.

Theilbarkeit: parallel mit *T* und *M*, die erſte ein wenig deutlicher; auch parallel mit *a*. *Bruch*: klein muſchlig, uneben. *Oberfläche a* parallel den Combinationskanten mit *M* und *T* geſtreift; die übrigen Flächen platt. *Glanz*: glasartig. *Farbe*: weiſs. *Strich*: weiſs. Durchſichtig, .. halb durchſichtig.

Vor dem Löthrohr giebt er faſt dieſelben Reſultate, wie die übrigen Species aus dem Geſchlechte Kuphonſpath (Analcime, Harmotom, Schabasit u. ſ. w.). Zuerſt giebt er Waſſer aus, ſchwellt ein wenig auf und wird undurchſichtig, dann ſchmilzt er unvollkommen zu einem blaſigen Glaſe. Die mit Borax erhaltene Kugel iſt durchſichtig, aber voll Blaſen; die mit Phosphorſalz enthält ein Skelett von Kieſelerde und wird unklar beim Erkalten. Mit ein wenig Natrum ſchmilzt er unvollkommen, aber

mit einer gröfseren Quantität wird er vollkommen unschmelzbar. Das Glas mit Kobaltlöfung ist schmutzig blaugrau. Nach Dr. Brewster bildet er eine Gallerte, wenn er in Pulverform der Wirkung von Salpeterfäure ausgefetzt wird. Er kommt am Vesuv mit paratomen Kuphonspath in den Höhlungen eines Mandelfteines vor. Der Name Comptonit, den Dr. Brewster dieser Species gab, wurde von Hrn. *Allan* vorgeschlagen.

XI. *Euchroit* *) *Prismatisch* (Zwei und zweigliedrig. W.). $P = 119°7', 81°47', 120°54'$; $a : b : c = 1 : \sqrt{0,928} : \sqrt{0,344}$.

Einfache Gestalten. $P - \infty$ (*P*); $P + \infty$ (*M*) $= 117°20'$; $(\breve{P}r + \infty)^5$ (*s*) $= 95°12'$; $(\breve{P}r + \infty)^3$ (*i*) $= 78°47'$; $(\breve{P}r)$ (*n*) $= 87°52'$; $\breve{P}r + \infty$ (*k*). Eine der beobachteten Combinationen ist in Fig. 13. dargestellt.

Theilbarkeit: parallel mit *n* und *m*, undeutlich, und unterbrochen. *Bruch*: klein muschlig, uneben. Oberfläche der vertikalen Prismen gestreifte, parallel den gemeinschaftlichen Kombinationskanten, $P - \infty$ oft abgerundet.

Glanz: glasartig. *Farbe*: hell smaragdgrün. *Strich*: bleich apfelgrün. Doppelte Strahlenbrechung beträchtlich. Durchsichtig, durchscheinend. Etwas spröde. Härte = 3,5 bis 4,0. Spec. Gew. = 3,389.

Nach Dr. Turner besteht er aus:

Kupferoxyd	47,85
Arfenikfäure	33,02
Waffer	18,80

Im Kolben verliert er fein Waffer, wird gelblichgrün und zerreiblich. Auf Kohle bis zu einem gewiffen Punkt erhitzt, wird er augenblicklich mit Detonation reducirt, und hinterläfst eine Kugel

*) Euchroite. Haidinger Edinb. Journ. of. Scienc. Vol. II. p. 133. Dr. Turner ibid. p. 301.

von hämmerbarem Kupfer, voll weißer metallischer Theilchen, welche bei fortgesetztem Blasen gänzlich verfliegen.

Er ward zu *Libethen* in Ungarn, in quarzigem Glimmerschiefer entdeckt und nach London unter dem Namen: *Euchroit* *) gebracht. Er wird in das Geschlecht: Smaragd-Malachit von Mohs unter dem Namen des prismatischen Smaragd-Malachites aufgenommen werden.

XII. *Fergusonit* **). *Pyramidal* (Viergliedrig. W.). Grundgestalt. Gleichschenklige, vierseitige Pyramide. $P = 100° 28', 128° 27'$; $a = \sqrt{4,5}$.

Einfache Gestalten: $P - \infty (i)$; $P (s)$; $\frac{(P-1)^s}{2}$ (z) Winkel an der Basis $= 159° 2'$; $\frac{[(P+\infty)^s]}{2}$. Character der Combinat. hemiprismatisch, mit parallelen Flächen. Eine der beobachteten Combinationen ist: $P - \infty . P . \frac{(P-1)^s}{2} . \frac{[(P+\infty)^s]}{2}$ und in Fig. 14. abgebildet.

Theilbarkeit: Spuren parallel mit *P*. *Bruch:* vollkommen muschlig. Die Oberfläche etwas uneben. *Glanz:* unvollkommen metallisch, zum Fettglanz geneigt. *Farbe:* dunkel bräunlich schwarz, in dünnen Splittern blass. *Strich:* sehr blass braun, gleich dem peritomen Titanerz (Rutil). Undurchsichtig, in dünnen Splittern durchscheinend. Spröde.

*) Der Name Euchroit wurde für diese Species von Hrn. Breithaupt in seiner *Vollständigen Charakteristik etc.* vorgeschlagen, wo sich auch eine vorläufige Beschreibung derselben findet. Diess war Hrn. Haidinger unbekannt, als seine Uebersetzung des Werkes von Mohs in England erschien.

**) Fergusonite. Haidinger. Trans. Roy. Soc. Edinb. Vol. X. Part II. p. 271. Allanite (zum Theil) Phillips. p. 264.

Härte = 5,5 bis 6,0. Spec. Gew. = 5,838 Allan; = 5,800 Turner. Nicht magnetisch.

Er verliert seine Farbe vor dem Löthrohr, und wird blass gelblich grün, ist aber für sich unschmelzbar. Er wird gänzlich von Phosphorsalz gelöset, aber einige Theilchen bleiben eine lange Zeit unverändert. Die blasse grünliche Kugel wird unklar durch Flattern, oder nach dem Erkalten, wenn sehr viel hinzugesetzt wird. Bevor die ganze Portion aufgelöset worden ist, nimmt er ein schwaches Rosenroth in der Reductionsflamme an. Er wurde für Yttro-Tantal gehalten, dem durch die Versuche vor dem Löthrohr nicht widersprochen wird. Unter dieser Benennung ist er in Hrn. Prof. Mohs Grundriss der Mineralogie beschrieben worden.

Er ist zu Kikertaursak nahe am Cap Farewell in Grönland gefunden, in rhomboëdrischen Quarz eingewachsen. Die Stücke, auf welche sich die gegenwärtige Beschreibung bezieht, befinden sich in dem Kabinet des Hrn. Allan zu Edinburg, welcher den Namen Fergusonit vorschlug.

XIII. *Fluellit* *). *Prismatisch* (Zwei und zweigliedrig W.). *P* = 109°, 82°, 144°. Querschnitt = 105° (ungefähr) Wollaston. Farbe, weiss. Durchsichtig. Brechungsverhältniss = 1,47 (während das des Wavellite = 1,52 ist) Wollaston.

Kommt in kleinen Krystallen vor, ähnlich Fig. 15 zusammen mit dem Wavellit on Cornwall: wurde von Levy entdeckt, aber von Wollaston benannt und untersucht, welcher fand, dass er Alaunerde und Flusssäure enthält.

XIV. *Forsterit* **). *Prismatisch* (Zwei und zweigliedrig. W.). Beobachtete Combination wie in Fig. 16. Neigung von *M* zu *M* = 128°54′; von *y* zu *y* (über *M*) = 107°48′; *y* gegen das anliegende *y* = 139°14′.

*) Fluellite von Wollaston. Lev Ann. of Phil. Oct. 1824. p. 241.

**) Forsterite. Levy. Ann. of Phil. Hft. XXXVII. p. 61.

Theilbarkeit: leicht parallel mit *o*. Farblos, glänzend, durchscheinend. Hart genug, um Quarz zu ritzen.

Enthält nach Hrn. Children Kieselerde und Magnesia. Ward entdeckt von Hrn. Levy in kleinen Krystallen, den Pleonast und Olivengrünen Pyroxen am Vesuv begleitend. Die Winkel dieses Minerals stimmen ziemlich nahe mit denen am prismatischen Corund (Chrysoberyll) überein, in derselben Folge = 128°35′, 107°29′ und 139°53′; nur die Fläche senkrecht auf der Axe, welcher im Forsterit selbst ein leichter Blätterdurchgang parallel läuft, ist noch nicht am prismatischen Corund entdeckt worden.

XV. *Gmelinit**). *Rhomboëdrisch.* Combination: $P-\infty$, P, $P+\infty$ wie in Fig. 17. Die Winkel nähern sich denen am rhomboëdrischen Kuphonspath (Schabasit), welche für die gleichschenklige Pyramide sind = 145°54′, 71°48′. Die Neigung von y gegen y' fand Dr. Brewster = 83°26′.

Theilbarkeit: deutlich, parallel mit *R*. *Bruch:* uneben. Die Oberfläche gestreift, das Prisma in horizontaler Richtung, die gleichschenklige Pyramide parallel den Kombinationskanten mit *R*; $R-\infty$ rauh, aber eben. *Glanz:* glasartig. *Farbe:* weiss ins Fleischrothe gehend. *Strich*, weiss. Durchscheinend.

Der Sarcolite von Vauquelin, welcher durchaus verschieden ist von Thomson's Sarcolit, ist das nämliche Mineral, welchem Dr. Drée den Namen Hydrolit gab, und hat keine Verwandtschaft mit dem Analcime, wie Hauy annahm. Der schon von Vauquelin bemerkte geringe Grad von Härte, und die von Leman an den Varietäten aus der Gegend von Vicenza entdeckte Form, beweisen unwiderleglich, dass diess Mineral näher mit dem rhomboë-

*) Sarcolite. Vauquelin Ann. du Mus. IX. 249. XI. 42. Variat. vom Analcime Hauy. Traité second. Ed. T. III. p. 177. Hydrolite. De Drée Musée p. 18. Gmelinite. Brewster. Edinb. Journ. of Scienc. Vol. II. p. 262.

drischen Kuphonspath übereinstimmt. Die in Fig. 17 abgebildete Varietät ist von weisser Farbe, und mit Streifen versehen, welche Anzeigen einer regelmäfsige Zusammensetzung geben, nach demselben Gesetze welches so häufig bei andern Varietäten dieses Minerals und beim *Levyne* vorkommt. Sie ward von Hr. Allan in dem kleinsten Thiergarten von Glenarm in der Grafschaft Antrim in Irland gefunden, und in seinen: *Synonymes* erwähnt. Dasselbe Stück erkannte Leman als eine Varietät des Hydrolits von Vicenza. Zwei Analysen von den Varietäten von Vicenza und Castel gaben Vauquelin:

Kieselerde	50,00	. .	50,00
Alaunerde	20,00	. .	20,00
Kalk	4,50	. .	4,25
Natron	4,50	. .	4,25
Wasser	21,00	. .	20,00

Dr. Brewster fand, dafs der Gmelinit*) die Eigenschaft besitzt, in eine Menge von Schuppen zu zerspringen, wenn er in die Flamme einer Kerze gehalten wird, und dafs das Brechungsvermögen schwächer ist, als das vom rhomboëdrischen Kuphonspath; der Index (das Verhältnifs des Sinus des Einfallswinkels zu dem des Brechungswinkels) ist nur 1,474. Sowohl bei Vicenza als in Irland kommt er in Höhlungen von Mandelstein vor.

XVI. *Hopeit* **). *Prismatisch* (Zwei und zwei-gliederig. W.). $P = 139^{\circ}41'; 107^{\circ}2'; 86^{\circ}49'$. $a : b : c = 1 : \sqrt{4,423} : \sqrt{4,493}$.

Einfache Gestalten. $P - \infty$ (*g*); P (*P*); $(\breve{P}r + \infty)^3$ (*s*) $= 81^{\circ}34'$; $\bar{P}r$ (*M*) $= 101^{\circ}24'$. $\bar{P}r + \infty$ (*l*); $\breve{P}r + \infty$ (p)

Charakter der Combinat. prismatisch.

Combination. $P - \infty . \breve{P}r. P. (\breve{P}r + \infty)^3 . \breve{P}r + \infty . \bar{P}r + \infty$. Fig. 18.

Theilbarkeit: $\bar{P}r + \infty$ vollkommen, weniger deut-

*) Der Name *Gmelinit* ist diesem Minerale zu Ehren des Hrn. Prof. C. G. Gmelin zu Tübingen von Hr. Dr. Brewster beigelegt. P.

**) Hopeite. Brewster, Trans. Roy. Soc. Edinb. Vol. X. p. 107.

lich $\breve{P}r + \infty$. Flächen, $\breve{P}r + \infty$ der Länge nach tief gefurcht die übrigen Flächen glatt. *Glanz*: glasartig, perlenmutterartig auf $\bar{P}r + \infty$. *Farbe*: graulich weiſs. *Strich*: weiſs. Durchſichtig bis durchſcheinend. Doppelte Strahlenbrechung; zwei Axen, die Hauptaxe ſenkrecht auf der Axe von P und der Fläche b; Winkel der reſultirenden Axe nungefähr 48°, in der Ebene von $P - \infty$ (g), an der ſtumpfen Seitenecke von P anliegend. Index der ordentlichen Refraction nahe 1,601.

Milde. Härte = 2,5 . . 3,0. Spec. Gew. = 2,76. Brewſter, von einem vollkommenen Kryſtall.

Der Hopeit wurde früher als eine Varietät vom Stilbit betrachtet. Nach Nordenskiöld verliert er ſein Waſſer vor dem Löthrohr und ſchmilzt alsdann leicht zu einer klaren farbloſen Kugel, welche die Flamme grün färbt. Giebt kein Skelet von Kieſelerde mit Phosphorſalz, mit dem er in allen Verhältniſſen ſchmilzt. Wenn viel von dem Mineral hinzugethan iſt, wird die Kugel beim Erkalten unklar, ſetzt aber keinen Rauch von Zink auf die Kohle ab. Die durch Schmelzen mit Borax erhaltene Kugel wird beim Erkalten nicht unklar. Mit Soda giebt er eine Schlacke, die in der Hitze gelb iſt; es wird viel Zinkrauch, und nahe an der Schlacke auch etwas Kadmiumrauch abgeſetzt. Das geſchmolzene Mineral giebt ein ſchön blaues Glas mit Kobaltſolution. Der Hopeit ſcheint daher eine Verbindung von einer der ſtärkeren Säuren, als Phosphor- oder Boraxſäure, mit Zink, einer erdigen Baſis, ein wenig Kadmium und einer groſsen Menge Waſſer zu ſeyn. Er wurde bisher nur in den Galmeygruben von Altenberg bei Achen gefunden und iſt ſehr ſelten.

XVII. *Levyn* *). *Rhomboëdriſch.*

$R = 79°29'$; $a = \sqrt{8,38}$.

*) Levyne; Dr. Brewſter. Edinb. Journ. of Science, Vol. II. p. 332.

Einfache Gestalt. $R - \infty$ (*o*); $R - 1$ (*g*) $= 106°4'$; R (*P*); $\frac{3}{4} R + 1$ (*n*) $= 70°7'$. Character der Combination, rhomboëdrisch.

Combinat. $R - \infty . R - 1 . R$. Fig. 19. stellt zwei Individuen parallel mit $R - \infty$ zusammen gewachsen dar, die Individuen setzen über die Zusammensetzungsfläche hinaus fort, wie beim rhomboëdrischen Kuphonspath (Schabasit). Neigung von *o* gegen $g = 136°1'$, von *o* gegen $P = 117°24'$, von *o* gegen $n = 109°13'$.

Theilbarkeit, undeutlich, parallel mit *R*. *Bruch*: unvollkommen muschlig. *Oberfläche*: $R - 1$ und R parallel ihren gemeinschaftlichen Durchschnittskanten gestreift. $R - \infty$ uneben, und im Allgemeinen gekrümmt, so dass die gegenüberstehenden Flächen oft gegen einander unter einem Winkel von 2° bis 3° geneigt sind. *Glanz*: glasartig. *Farbe*: weiss. *Strich*: weiss. Spröde. Härte = 4,0.

Hr. Heuland beobachtete den *Levyn* zuerst und vermuthete dass er ein neues Mineral sey. Dr. Brewster unterwarf ihn späterhin einer optischen Untersuchung und gab ihm den Namen Levyne, zu Ehren des Hrn. Levy, welcher zuerst dessen krystallographische Eigenschaften untersuchte.

Im Glasrohr giebt er eine beträchtliche Menge Wasser und wird unklar. Auf Kohle schwillt er ein wenig auf. Mit Phosphorsalz liefert er eine durchsichtige Kugel, welche ein Kieselskelet enthält, und beim Erkalten undurchsichtig wird. Kommt zu *Dalsnypen* auf den Faröern vor, mit hemiprismatischem Kuphonspath (Blätterzeolith. Wern.) in den Blasenräumen eines Mandelsteins.

XVIII. *Roselit* *). *Prismatisch* (Zwei und zwei-

*) Roselite. Levy. Ann. of Phil. Hft. XLVIII. p. 439. Edinb. Jour. of Science. Vol. II. p. 177. Hr. Levy legte diesem Minerale den Namen Roselit bei, zu Ehren des Hr. Dr. Gustav Rose hieselbst. (*P.*)

gliedrig. W.). $P = 114^\circ 24'$, $79^\circ 15'$, $140^\circ 40'$; $a : b : c = 1 : \sqrt{0{,}1909} : \sqrt{0{,}3761}$.

Einfache Gestalt. $P - \infty$ (*P*); $\frac{1}{2}$ $\breve{P}r$ ($e\frac{1}{2}$) $= 45^\circ 0'$; $\bar{P}r$ (a^2) $= 47^\circ 12'$; $\breve{P}r + \infty$ (*g*). Alle diese Gestalten sind in der Combination Fig. 20 dargestellt. Neigung der Kante *z* gegen die Kante $z = 119^\circ 46'$.

Theilbarkeit: vollkommen parallel mit *P*. Oberfläche: $\bar{P}r$ rauh, und in der Mitte ausgehöhlt. *Glanz:* glasartig. *Farbe:* tief rosenroth. *Strich:* weiss. Durchscheinend. Härte = 3,0.

Nach Hrn. Children enthält er Wasser, Kobaltoxyd, Kalk, Arsenikfäure und Magnesia. Vor dem Löthrohr giebt er Wasser aus und wird schwarz. Theilt dem Borax und Phosphorsalz eine blaue Farbe mit, und ist völlig lösbar in Salzsäure. Kommt zu Schneeberg in Sachsen vor, aufgewachsen auf rhomboëdrischem Quarz und wurde früherhin als eine Varietät des prismatischen Kobaltglimmers (Rother Erdkobalt. Wern.) betrachtet, scheint aber vielmehr zur Ordnung der Haloide (Mohs) zu gehören.

XIX. *Somervillit* *). *Pyramidal* (Viergliedrig. W.) $P = 134^\circ 48'$, $65^\circ 50'$; $a = \sqrt{0{,}419}$.

Einfache Gestalt. $P - \infty$ (*P*); *P* (*a*); $P + \infty$ (*d*); $[P + \infty]$ (*M*); $(P + \infty)^3$ (*e*) $= 126^\circ 52' 12''$, $143^\circ 7' 48''$. Combination aller dieser Gestalten ist in Fig. 21 dargestellt.

Theilbarkeit: $P - \infty$ vollkommen, nicht wahrnehmbar parallel der Axe. Glanz mehr glasartig in dem Querbruch als beim pyramidalen Granat (Vesuvian). *Farbe*: blassgelb. *Härte*: unter der des pyramidalen Granats.

*) Somervillite. Brooke. Brande's Quarterly Journ. Vol. XVI. p. 274.

Decrepitirt vor dem Löthrohr, und schmilzt für sich zu einer grau gefärbten Kugel, mit Borax zu einer farblosen. Kommt am Vesuv vor, in Begleitung mit schwarzem Glimmer und anderen Mineralien.

XX. *Vauquelinit* *). *Hemiprismatisch* (Zwei und eingliedrig. W.). Kleine Krystalle, denen in Fig. 22. ähnlich. Neigung von *P* gegen *P'*, am andern Individuum, nahe = 134° 30'; von der Fläche *g*, gegen *P*, ungefähr 149°.

Bruch: uneben. *Oberfläche*, *P* glatt und eben, die übrigen Flächen ein wenig gekrümmt. *Glanz:* Demantglanz, oft schwach. *Farbe:* schwarzgrün, olivengrün. *Strich:* Zeisiggrün, oft ins Braune geneigt. Schwach durchscheinend, mit einer schön olivengrünen Farbe, undurchsichtig. Etwas spröde. Härte = 2,5 . . . 3,0. Spec. Gew. = 5,5 . . . 5,78. Leonhard.

Zusammengesetzte Varietäten: Traubenförmig, nierenförmig, derb, Zusammensetzung im Allgemeinen nicht wahrnehmbar, Oberfläche drusig und rauh, Bruch unvollkommen und flach muschlig. Schwacher Fettglanz.

Für sich schwillt er vor dem Löthrohr ein wenig auf, schäumt, alsdann und schmilzt zu einer graulichen Kugel, wobei er zuweilen einige Kugeln von Blei giebt. In der Oxydationsflamme braust eine kleine Quantität mit Borax oder Phosphorsalz auf, theilt diesem eine grüne Farbe mit und bleibt beim Erkalten durchscheinend; aber in der Reductionsflamme wird er roth und durchscheinend, oder roth und undurchsichtig, oder endlich schwarz, je nach der Menge in welcher man diess Mineral zugesetzt hatte. Nach Berzelius besteht er aus:

*) Vauquelinit. Leonhard's Handbuch. S. 248. Vauquelinite. Chromate of Lead and Copper. Phillips. p. 350.

Bleioxyd = 60,87. Kupferoxyd = 10,80. Chromsäure = 28,33. Kommt zu Beresof in Sibirien vor, zusammen mit hemiprismatischem und rhomboëdrischem Bleibaryt (Rothbleierz und Grünbleierz), und wird auch in Brasilien gefunden, wo er gleichfalls den hemiprismatischen Bleibaryt begleitet.

XXI. *Zeagonit* *). *Pyramidal* (Viergliedrig. W.) $P = 122^\circ 54', 85^\circ 2'$. Brooke. Beobachtete Combination, P, $P + \infty$. Fig. 23.

Theilbarkeit: unvollkommen parallel mit $P + \infty$. *Oberfläche*, P häufig abgerundet, $P + \infty$ glatt und obgleich im Allgemeinen sehr klein, doch in sehr hohem Grade glänzend. *Bruch:* muschlig. *Glanz:* Demantglanz. *Farbe:* blass smalteblau, milchweiss, perlgrau und rosenroth. Durchscheinend, in kleinen Krystallen fast durchsichtig. *Härte:* 7,0 .. 7,5.

Besteht nach Carpi aus:

Kieselerde	41,4	Magnesia	1,5
Kalk	48,6	Eisenoxyd	2,5
Alaunerde	2,5		

Phosphorescirt vor dem Löthrohr und wird bröckelig, ist aber unschmelzbar. Gelatinirt mit Säuren ohne Aufbrausen. Kommt zusammen mit weissen Oktaëdern von octaëdrischem Flusshaloid, (Flussspath) mit prismatischem Feldspath (Feldspath) und mit andern Species, in den Drusenräumen eines vulkanischen Gesteins am Capo di Bove bei Rom vor. In allen seinen Kennzeichen ist der Zeagonit am nächsten mit dem pyramidalen Zirkon (Hyazinth) verwandt, von dem er oft als Varietät betrachtet worden ist, da die Unterschiede mit den von Brooke gegebenen Winkeln nur 0° 25' in den Endkanten, und 0° 42' in den Seitenkanten an der Grundpyramide betragen. Auch ist die Strahlenbrechung sehr beträchtlich und kommt der derselben Species sehr nahe. Der pyramidale Zirkon wird daher ein interessanter Vergleichungspunkt mit dem Zea-

*) Abrazite. Zeagonite. Gismondine. Phillips. p. 11. Gismondin. Leonh. p. 645.

genit, bei künftigen Untersuchungen dieses Minerales abgeben. Es ist klar, dass das Mineral, von welchem Hr. Phillips den Winkel an der Basis der vierseitigen Pyramide = 96° 30′ angegeben hat, und von dem er sagt, das es vom Fingernagel geritzt werde, ein anderes seyn muss, als das oben beschriebene Mineral, von dem Hr. Brooke die Winkel bestimmt hat. Der Name Abrazit ist zuweilen auf ein Mineral angewandt worden, welches eine Varietät des paratomen Kuphonspaths (Harmotom) zu seyn scheint.

Unter den in der englischen Uebersetzung hinzugefügten Zeichnungen von einzelnen Krystallvarietäten sind die folgenden besonders merkwürdig:

XXII. *Prismatischer Habronem Malachit*. Fig. 24. So wie bei der folgenden Species, ist auch hier nur die Figur neu, da sich die Beschreibung und die krystallographische Bezeichnung derselben bereits im deutschen Originale finden. Die Krystalle, auf welche sich diese beziehen, werden in der Wernerschen Sammlung in Freiberg aufbewahrt. Auch Levy, Phillips und Brooke haben den hemiprismatischen Charakter der Krystalle der Species erkannt. Letzterer giebt die Neigung von f gegen f, welche nach Mohs = 38° 56′ annäherungsweise beträgt, zu 37° 30′ an, aber auch nur von Messungen an unvollkommenen Krystallen. Bekanntlich besteht diese Species, deren Fundort Rheinbreitbach ist, aus wasserhaltigem, phosphorsaurem Kupferoxyd.

XXIII. *Pyramidaler Kuphon-Spath* (Ichthyophthalm) (Fig. 25), von Utön; aus der Wernerschen Sammlung. Die Axen der Pyramiden d, e und P ($\frac{4}{3}P-4$, $\frac{2\sqrt{2}}{3}P-3$, und P) verhalten sich wie $\frac{4}{3}:\frac{2}{3}:1$, genau wie das, wenn auch in einem andern

Systeme, beobachtete Verhältniſs zwiſchen den drei bekannten Pyramiden des Schwefels.

XXIV. *Rhomboëdriſcher Quarz* (Fig. 26). Ein Quarzkryſtall von beſondererSchönheit, vonChamouni, in der Sammlung des Hrn. Allan zu Edinburg. Die Verhältniſſe der Axen der gleichſchenkligen ſechsſeitigen Pyramiden P, b, m, a ſind $= 1 : \frac{5}{3} : 3 : 4$; die Ableitungs-Exponenten der ungleichſchenkligen ſechsſeitigen Pyramiden o, x, y, n und v ſind $= \frac{5}{3}, \frac{7}{3}, 3, \frac{11}{3}$, und 5; der von d in $\frac{3}{2}$. Hiedurch wird die Neigung von:

o gegen $r = 154° 55'$	s gegen $r = 167° 59\frac{1}{2}'$
x — $r = 161° 31'$	v — $r = 171° 8'$
y — $r = 165° 25\frac{1}{2}'$	d — $d = 137° 53' 48''$

Der Seitenkantenwinkel iſt:

von $P = 103° 35'$	von $m = 150° 36'$
- $b = 129° 26'$	- $a = 157° 44'$

Den angegebenen Winkeln liegen die genauen Meſſungen von Kupffer zum Grunde, vermöge welcher die Axe des Rhomboëders R ſich zur Seite ſeiner horizontalen Projection verhält $= \sqrt{10{,}894} : 1$.

Die Symmetrie der Flächen iſt hier ſehr merkwürdig, da die mit s bezeichneten, gehörig vergröſsert, eine dreiſeitige Pyramide geben, deren Flächen nicht parallel ſind. Etwas Aehnliches iſt ſchon im Originale abgebildet und, was die Flächen der ungleichſchenkligen ſechsſeitigen Pyramide betrifft, auch vom Hrn. Prof. Weiſs beſchrieben worden. Die an der rechten Seite von s liegende Pyramide o iſt von allen den an der linken liegenden verſchieden; ſie iſt in mehreren Sammlungen, unter andern in der Kö-

niglichen zu Berlin, beobachtet worden, aber hier zum ersten Male nach ihren Winkeln angegeben. Das Verhältniſs derselben ist wie das der von Hauy beschriebenen Pyramide *u* am *Apatit*.

XXV. Fig. 27 zeigt einen einfachen Krystall vom *Kupferkies*, Fig. 28 eine regelmäſsige Zusammensetzung von sechs Individuen desselben. Es ist die Neigung:

von *d* gegen *d* über *a* = 141° 35′	von *g* geg. *g* an d. Basis = 66° 36′
- *e* - *e* - *a* = 130° 10′	- *b* - *b* - - - = 89° 91′
- *P′* - *P′* - *a* = 71° 20′	- *h* - *h* - - - = 111° 50′
- *f* - *f* - *e* = 155° 35′	- *c* - *c* - - - = 126° 11′

Die Verhältnisse der Axen von *d*, *e* und *P* sind $= \frac{1}{4} : \frac{1}{2} : 1$; die von *g*, *b*, *h* und *c* $= \frac{2}{3} : 1 : \frac{3}{2} : 2$. Der Krystall befindet sich in der Sammlung des Hrn. Allan.

III.

Nachricht über den Fundort des Akmit's;

vom

Bergkandidaten Hrn. N. B. Möller
aus *Porsgrund* in Norwegen *).

Der *Akmit* ist vom Bergmeister Ström beschrieben in den Vetensk. Acad. Handling. år 1825, und die

*) In den: *Magazin for Naturvidenskaberne* habe ich dem Akmit beschrieben und zwar mehrere Krystalle davon, jedoch nur nach Werner's Methode, also nicht streng in mathemati-

Winkel sind vom Hrn. Prof. Mitscherlich gemessen; sein wahrer Fundort aber, so wie seine Geschichte, ist noch nicht allgemein bekannt, und ich glaube daher, es wird nicht unpassend seyn, eine kurze Nachricht darüber zu geben.

Schon vor mehreren Jahren hat der Steiger Brataas, in dem Grubendistrikte am Kongsberg, dieses Mineral zu Eger entdeckt und es dem Professor Ström gezeigt, welcher damals Geistlicher des Ortes war. In seiner Beschreibung des Kirchspiels Eger erwähnt er es unter dem Namen: *Krystallisirter Hornstein* oder *Schörl* *).

Einige Jahre nachher brachte ein Bauer einige Krystalle; aber da er sie nur lose gefunden hatte, so konnte er keine Aufklärung über ihre wahre Lagerstätte geben. Prof. Esmark hielt diese Krystalle für *Staurolith*, ein Mineral, mit welchem sie ohne genaue Untersuchung einige Aehnlichkeit haben, wenn sie ohne Endflächen gefunden werden, wie es der Fall war bei denen, die Prof. Esmark besafs.

Nach den vom Steiger Brataas gegebenen Unterweisungen fand Bergmeister Ström von Kongsberg das Mineral in seiner Lagerstätte und nahm mehrere

scher Rücksicht. *M.* (Hr. Möller, der gegenwärtig in Berlin anwesend ist, hat die Güte gehabt, hier noch Einiges über das Verhalten des Akmits vor dem Löthrohr u. s. w. hinzuzufügen. *P.*)

*) Ström. Egers Beskrivelse p. 50. Die vom Profess,Ström beschriebenen Krystalle sind gegenwärtig in der Sammlung des Hrn. Tank zu Frederikshald; die Identität dieser mit dem Akmit ist durch Vergleichung ausser allen Zweifel gesetzt worden. *M.*

Stücke davon mit sich nach Stockholm, wo es sogleich als neu erkannt wurde. Diess wurde vollkommen durch die nachherigen Analysen von Hrn. Ström selbst und vom Hrn. Professor Berzelius bestätigt, als man die Natur und Verhältnisse der Bestandtheile ausmittelte.

Seitdem hielt Hr. Ström den Fundort immer sehr geheim, und es ist wahrscheinlich, dass die Mineralogen noch lange über diesen in Ungewissheit geblieben wären, wenn ich nicht bei meinen Nachforschungen darnach den Steiger Brataas getroffen hätte, der mich zu der wahren Lagerstätte führte. Diese liegt ungefähr eine halbe Meile entfernt von *Besseberg* Eisengrube, im Kirchspiel *Eger* nahe am *Kongsberg*. Der Akmit kommt hier in beträchtlicher Menge vor und nur im krystallisirten Zustande, eingewachsen in Quarz und Feldspath; viele Krystalle haben eine Länge von mehr als einem Fuss. Sie sind jedoch, wegen ihrer Zerbrechlichkeit, nicht leicht aus dem Muttergestein herauszubringen. Nicht alle von ihnen besitzen die dunkel schwarzbraune Farbe, welche gewöhnlich in den Beschreibungen des Akmits erwähnt wird, sondern sie sind zuweilen von einem grünlichen Grau und von allen zwischen diesem und dem bräunlichen Schwarz inmitten liegenden Farben. In diesem Falle ist auch ihr Glanz nicht so lebhaft und sie nähern sich im Ansehen dem Mussit, einer Varietät des Augits, mit welcher Species ihre Krystallform gleichfalls sehr nahe übereinstimmt. Im Allgemeinen sind die Krystalle gestreift und sehr oft gebogen. Eine zwillingsartige Zusammensetzung ist auch sehr häufig bei ihnen.

Nachher habe ich ein Mineral in Norwegen gefunden, das ich an der Kryſtalliſation ſogleich als Akmit erkannte. Dieſs iſt auch auſser Zweifel geſetzt, durch mehrere Verſuche, die ich ſowohl mit dieſem, als dem Akmit von Eger vor dem Löthrohre angeſtellt habe. Schwere, Härte, Bruch und die übrigen äuſsern Kennzeichen ſtimmen ebenfalls bei beiden völlig überein.

Dieſen letztern Akmit fand ich bei *Kleſs* in der Nähe von *Poregrund* an einem ſehr intereſſanten Orte, wo ſich Zirconſyenit im Contacte mit Trachitmandelſtein befindet. Der Akmit kommt mit vielen Zirkonen im Zirkonſyenit vor und iſt ein vorwaltender Beſtandtheil deſſelben, indem er die Stelle der Hornblende vertritt. Dieſs iſt auch zum Theil der Fall mit dem Akmit von Eger, nicht aber ſo deutlich und ſchön, wie bei dem um *Poregrund.*

IV.

Ueber zwei neu bestimmte Species aus dem Geschlechte der Gyps-Haloide, des Systemes von Mohs;

von Wilhelm Haidinger.

(Hiezu die Kupfertafel No. 3.)

1. Hemiprismatisches Gypshaloid.

Gestalt: hemiprismatisch. Grundform: eine ungleichschenklige, vierseitige Pyramide. $P = \left\{\begin{matrix}139^\circ\,17' \\ 119^\circ\,39'\end{matrix}\right\}$, $129^\circ\,21'$, $97^\circ\,6'$. Abweichung der Axe $= 24^\circ\,56'$ in der Ebene der kurzen Diagonale. Fig. 1. $a : b : c : d = 2{,}15 : 2{,}24 : 1{,}49 : 1$. *Einfache Gestalten*: $\frac{P}{2}$ $(b) = 139^\circ\,57'$; $P + \infty$ $(f) = 117^\circ\,24'$; $-\frac{P-1}{2}$ $(n) = 141^\circ\,8'$; $(\bar{P} + \infty)^3$ $(g) = 154^\circ\,5'$; $-\frac{\bar{P}r-1}{2}$ $(o) = 83^\circ\,24'$; $\breve{P}r + \infty$ (P). *Combinationen*: 1) $\frac{\bar{P}r-1}{2}$. $-\frac{P-1}{2}$. $P + \infty$. $\breve{P}r + \infty$. Fig. 2. 2) $\frac{P}{2}$. $-\frac{\bar{P}r-1}{2}$. $\frac{\bar{P}-1}{2}$. $P + \infty$. $(\bar{P} + \infty)^3$. $\breve{P}r + \infty$. Fig. 3.

Die Krystalle sind in der Richtung der Combinationskanten zwischen o, n und P verlängert, und mit einem ihrer Enden aufgewachsen; in den meisten Fällen mehrere mit einander zusammen, so dass sie sternförmige oder divergirende Gruppen bilden. An dem frei stehenden Ende der Krystalle ist eine der Flächen von f vorherrschend, so dass gemeiniglich die andre verschwindet. Die Krystalle erhalten dadurch das Ansehen der Fig. 4.

Theilbarkeit: parallel mit $\breve{P}r + \infty$ sehr vollkommen und leicht zu erhalten; Spuren in der Richtung von $-\frac{\breve{P}r}{2} = 54^\circ\,55'$ und $\bar{P}r + \infty$, sehr schwach. *Bruch*: uneben. *Oberfläche*, der mit der Axe parallelen Prismen, in der Richtung dieser Linie gestreift; $\breve{P}r$ paral-

lel ihren Durchschnitten mit $-\frac{\bar{Pr}}{2}$. Die Flächen von $-\frac{\bar{Pr}-1}{2}$, und $-\frac{P-1}{2}$ sind parallel ihren gemeinschaftlichen Combinationskanten stark gestreift. *Glasglanz*: $\breve{Pr}+\infty$ schwach zum Perlenmutterglanz geneigt, sowohl auf den Theilungsflächen, als auf den Krystallflächen. *Farbe*: weiss, ins Gelbliche geneigt. *Strich*: weiss. Durchsichtig oder durchscheinend. Refractionsindex *) nahe 1,6 durch *f* und *P* gemessen; keine Trennung der Bilder. Milde. Dünne Blättchen sind biegsam in einer Richtung, welche auf den Kanten zwischen *o*, *n* und *P* ziemlich senkrecht steht. *Härte* = 2,0 . . 2,5, näher dem Letzteren. Die Flächen der vollkommnen Theilbarkeit sind selbst unter 2,0, weil sie von Steinsalz geritzt werden, besonders in der Längen - Richtung der Krystalle. Spec. Gew. = 2,730 mehreren losen Krystallen.

2. Diatomes Gypshaloid.

Form: prismatisch. Grundform: eine ungleichschenklige vierseitige Pyramide. $P = 133^\circ 35'$, $123^\circ 59'$, $75^\circ 35'$. Fig. 5. $a : b : c = 1 : \sqrt{4,02} : \sqrt{2,83}$.

Einfache Gestalten: $(\bar{Pr}+1)^3$ (*m*) $= 157^\circ 41'$, $61^\circ 27'$, $157^\circ 35'$; $(\bar{P}+1)^4$ (*n*) $= 126^\circ 46'$, $69^\circ 52'$, $121^\circ 37'$. $P+\infty$ (*e*) $= 100^\circ 0'$; $\breve{Pr}$ (*a*) $= 126^\circ 58'$; $\breve{Pr}+\infty$ (*d*); $\bar{Pr}-1$ (*g*) $= 146^\circ 53'$; $\bar{Pr}+1$ (*h*) $= 80^\circ 8'$; $\bar{Pr}+2$ (*i*) $= 45^\circ 36'$; $\bar{Pr}+\infty$ (*f*)

*) Das Verhältniss des Sinus des Einfallswinkels, zu dem Sinus des gebrochenen Winkels.

Combinationen: 1) $\bar{Pr}+1 . \breve{Pr} . \bar{Pr}+1 . P+\infty . \breve{Pr}+\infty . \bar{Pr}+\infty$. Fig. 6.

2) $\bar{Pr}-1 . \breve{Pr} . \bar{Pr}+1 . (\bar{Pr}+1)^4 . \bar{Pr}+2 . (\bar{Pr}+1)^3 . P+\infty . \breve{Pr}+\infty . \bar{Pr}+\infty$. Fig. 7.

Theilbarkeit: höchst vollkommen, und leicht zu erhalten in der Richtung von $\breve{Pr}+\infty$. *Oberfläche:* $\breve{Pr}$, glatt, $\breve{Pr}+\infty$ glatt oder parallel der Axe schwach gestreift. Die Endkante von $\breve{Pr}$ ist dieserhalb viel genauer zu messen als die Kante von $P+\infty$, deren Flächen besonders unregelmässig parallel mit der Axe der Krystalle gestreift sind. Die horizontalen zur kurzen Diagonale gehörenden Prismen sind meist sämmtlich rauh, besonders $\bar{Pr}-1$, welche zugleich etwas abgerundet ist. Die Pyramiden sind abgerundet, obgleich schwach. *Glanz:* glasartig. *Farbe:* weiss. *Strich:* weiss. Durchsichtig in kleinen Krystallen, durchscheinend. Doppelte Strahlenbrechung beobachtet durch e und die gegenüberstehende Fläche von *f*, welche mit e einen Winkel von 40° macht. Die beiden Indices der Refraction sind ungefähr 1,62 und 1,67. Das weniger gebrochene Bild verschwindet, wenn die Axe des Turmalins senkrecht auf der Kante des brechenden Prismas steht. Milde. Dünne Blättchen etwas biegsam. *Härte* = 2,0 . . 2,5 genau die nämliche, wie bei dem hemiprismatischen; auch hier wird die Fläche der vollkommnen Theilbarkeit vom Steinsalz geritzt. Die beiden Species ritzen sich gegenseitig. Spec. Gew. = 2,848, von mehreren Fragmenten von krystallinischen Häutchen.

Bemerkungen.

Das Stück, welches beide so eben beschriebene Species enthielt, ist eine der vielen interessanten Gegenstände, welche die Mineralogen in dem Cabinet des Hrn. Ferguson zu *Raith* bewundern. Es lag dort beim Gypse gestellt, mit welchem es in der That in Rücksicht auf Form und Ansehen im Allgemeinen nahe verwandt ist, und war auf einem beiliegenden Zettel folgendermaßen beschrieben: —

„Selenite X en prismes tetraedres tronqués en biseau, et en hexaedres, dont ni les faces ni les troncatures son prononcées distinctement (quelques uns des X X son deja décomposés et changés en platre) sur du quarz X, qui pose sur une croute tres mince ondulée brune de calcédoinne, celle-ci sur une autre d'argil verte, celle-ci sur une autre de baryte rouge, dans le centre de la quelle se trouve un fragment de petrosilex gris, de —". Da hier der Fundort nicht angegeben ist, so habe ich die Orthographie des Zettels genau angeführt, da sie vielleicht die Mineralogen, welche mit dieser Art von Beschreibungen bekannt sind, in Stand den setzen kann, die Mineralstufe bis zu ihrem Ursprunge zu verfolgen. Die Beschreibung selbst erfordert indess einige weitere Erläuterungen.

Die „Selenite" Krystalle sind diejenigen des hemiprismatischen Gypshaloids, der ersten der beiden vorhin beschriebenen Species, von welchen einige fast einen halben Zoll lang und eine Linie dick sind. Es ist wahrscheinlich keine ganz neue Species, sondern eine Varietät vom Pharmacolith; die erste, welche

in Kryſtallen von hinreichender Gröſse beobachtet wurde, daſs ſie ſowohl eine genaue Meſſung, als auch mit ziemlicher Genauigkeit eine Beſtimmung der Härte und des ſpecifiſchen Gewichtes erlaubte. Der Pharmacolith ſelbſt kann nicht eine bekannte Species genannt werden, indem unſere ganze Kenntniſs von ſeinen naturhiſtoriſchen Eigenſchaften darauf beſchränkt iſt, daſs er in zarten weiſsen haarförmigen Kryſtallen vorkommt, die zu Kugeln vereinigt ſind und ein ſpecifiſches Gewicht = 2,64 beſitzen *). Das geringere ſpecifiſche Gewicht kann vielleicht durch die Zartheit der angewandten kryſtalliniſchen Gruppen erklärt werden. Uebrigens iſt die Meinung, daſs die vorhin beſchriebene Varietät und die nadelartigen Kugeln des Pharmacoliths zu einer und derſelben Species gehören, bloſs auf die Aehnlichkeit gegründet, welche zwiſchen den erſteren Kryſtallen und denen des Gypſes, ſo wie zwiſchen den letzteren und den ſtrahligen Gruppen derſelben Species beobachtet ſind. Daſs ſie beide Arſenikſäure enthalten, darf ganz und gar nicht in die Vergleichung eingehen, ſo lange die Species noch nicht völlig beſtimmt ſind; jedoch war es ein Verſuch zur Prüfung, ob dieſe Subſtanz einen Beſtandtheil des hemiprismatiſchen Kryſtalls ausmache, welcher mich veran-

*) Klaproth's Beiträge (Bd. 3. S. 278). Klaproth ſagt „Sein eigenthümliches Gewicht, habe ich, in den traubig zuſammengehäuften Stücken = 2,640 gefunden. Hr. Selb, welcher zur Wägung wahrſcheinlich der einzeln gewachſenen Kryſtallen ſich bedient hat, beſtimmt jenes nur zu = 2,536. Hieraus können wir ſchlieſsen, daſs der Pharmacolith von Wittichen, die von Klaproth analyſirte Art, zuweilen in Kryſtallen vorkommt,

lasste, die Eigenschaften desselben mit denen des Pharmacolithes zu vergleichen. Wie schwach auch an und für sich die Gründe zur Vereinigung der beiden Substanzen seyn mögen, so sind sie doch stark genug uns abzuhalten, sie beide als verschiedene Species aufzustellen, so lange uns über eine der Varietäten eine genaue Kenntniss fehlt.

Die verwitterten Krystalle, welche *„schon in Gyps verwandelter Selenit“* seyn sollen, gehören in der That nicht zu den vorhergehenden Species, noch sind sie von diesen abzuleiten. Sie sind weiss, undurchsichtig, und matt, und können nicht die leiseste Berührung ertragen, ohne gleich dem Laumonit zu zerbröckeln. Nach dem, was ich an mehreren meist halbzerbrochenen Krystallen beobachten konnte, sind ihre Formen prismatisch fast wie Fig. 8. Sie geben auch ein Sublimat von Arsenik, wenn sie mit Kohle gemischt, in einem Glasrohr der Flamme einer Weingeistlampe ausgesetzt werden. Es ist wahrscheinlich, dass sie, ehe sie durch Verlust ihres Wassers verwittert waren, einer besonderen Species angehörten, welche, in ihrem ursprünglichen Zustande zu entdekken, sehr interessant seyn würde.

Der *„Quarz“* ist nichts anderes als die zweite, von den zu Anfange dieses Aufsatzes beschriebenen Species, nämlich paratomes Gypshaloid. Es bildet krystallinische traubige Häutchen, und seine Krystalle sind, sehr klein, besitzen aber einen höheren Grad von Glanz, als die grösseren der hemiprismatischen Species. Die Schicht unmittelbar unter ihm (als Chalcedon aufgeführt) ist eine Art von Werner's Eisensinter; sie ist sehr dünn, und bedeckt eine rosenrothe Varietät des ma-

krotypen Kalkhaloids von Mohs (Braunſpath), welche sehr dem rothen Mangan aus der Grube *Krieg und Frieden* bei Freiberg ähnlich iſt. Sie iſt in der Nähe des Eiſenſinters voll von Riſſen, die mit einer grünlichen Subſtanz bekleidet ſind. Ein kleines Fragment des Gebirgsgeſteines, eines dichten quarzigen Thonſchiefers, im Zettel „petrosilex" genannt, ſitzt an dem Braunſpath.

Wenn wir den hohen Grad von Aehnlichkeit erwägen, welcher zwiſchen dieſen beiden Species und denen in dem Geſchlechte der Gypshaloide des Mohs'ſchen Syſtems obwaltet, ſo können wir keinen Augenblick anſtehen, ſie gleichfalls zu dieſem Geſchlechte zu rechnen, wie auch immer die Natur und Verbindungsart ihrer Beſtandtheile beſchaffen ſeyn mag. Die naturhiſtoriſchen Beſtimmungen erſcheinen ſogar unabhängiger und einer gröſsern Aufmerkſamkeit würdig, wenn es das Anſehen hat, als ſtimmten ſie mit den Reſultaten anderer Wiſſenſchaften nicht überein; obwohl wir immer mit völliger Sicherheit vorausſetzen können, daſs man zuletzt Geſetze entdecken werde, vermöge welcher jeder ſcheinbare Widerſpruch erklärt wird.

V.

Ueber die chemische Zusammensetzung der in dem vorhergehenden Aufsatze beschriebenen Mineralien;

von

Edward Turner, M. D. Mitgl. d. K. Ges. zu Edinburgh.

Da ich genöthigt war, bei der folgenden Analyse mit sehr kleinen Quantitäten der beschriebenen Substanzen zu arbeiten, und in solchen Fällen ein geringer Fehler einen bedeutenden Einfluss auf das Resultat hat, so kann ich sie nicht für völlig genau ausgeben. Sie sind indess als eine gute Approximation zu betrachten, und werden, wenn ich nicht irre, eine genügende Einsicht in die Zusammensetzung der beiden im vorhergehenden Aufsatz von Hrn. Haidinger beschriebenen Mineralien geben.

Beide sind arseniksaurer Kalk und enthalten Krystallwasser. Das Wasser kommt schnell zum Vorschein, wenn sie in einem reinen Glasrohr der Flamme einer Weingeistlampe ausgesetzt werden; aber es ist Rothglühhitze erforderlich, um die letzten Antheile desselben auszutreiben. Das Wasser, nachdem es sich in dem kälteren Theile des Rohres verdichtet hatte, wurde sorgfältig geprüft, wirkte aber nicht im Geringsten auf das empfindlichste Lackmuspapier. Die arseniksauren Verbindungen werden bei Verlust ihres Krystallisationswassers undurchsichtig und weiss; können aber hernach eine starke Hitze ohne weitere Ver-

Änderung ertragen und verlangen zu ihrer Schmelzung die höchste Temperatur, welche mit dem gewöhnlichen Löthrohr gegeben werden kann. Dieser Ursache wegen ist es schwer, sie auf Kohle zu zersetzen; wenn sie aber unmittelbar mit gepülverter Kohle gemischt und in einer Glasröhre erhitzt werden, erhält man leicht eine deutliche Schicht von metallischem Arsenik.

In Pulverform mit Wasser eine oder zwei Stunden lang gekocht, wird von diesem eine geringe Menge aufgenommen, jedoch der gröfste Theil bleibt ungelöst. Die Lösung giebt einen ziegelrothen Niederschlag mit salpetersaurem Silber und einen weissen mit salpetersaurem Blei und oxalsaurem Ammoniak. Salpetersäure, sowohl concentrirte als verdünnte, löst sie leicht ohne Aufbrausen, und die Blei- und Silbersalze, so wie die Kleesäure, verursachen die nämlichen schon erwähnten Niederschläge, sobald der Ueberschuss der Säure hinreichend gesättigt ist. Sie enthalten nichts als Wasser, Kalk und Arseniksäure; die Abwesenheit von Talkerde und Phosphorsäure, besonders, ist durch sorgfältige Untersuchung bewiesen worden.

Zerlegung der ersten Species.

In einem Glasrohr wurden 3,445 Gran erhitzt und verloren 0,72 Gr. oder 20,839 p. C. an Wasser. 2,175 Gr. auf dieselbe Art behandelt, verloren 0,46 Gr. oder 21,149 p. C. an Wasser. Das Mittel ist, 20,994.

6,18 Gr. des wasserfreien Minerals wurden mittelst einer geringst möglichen Quantität von Salpeter-

säure in Wasser gelöst, salpetersaures Blei im geringen Ueberschuss hinzugesetzt und das Ganze bei gelinder Hitze zur völligen Trockne verdampft. Die löslichen Theile wurden mit Wasser weggenommen und der Niederschlag auf dem Filtrum gesammelt. Das arseniksaure Blei wog, nachdem es geglüht worden, 11,32 Gran, entsprechend 4,033 Gran oder 65,259 pr. C. an Arseniksäure.

Nach Absonderung des arseniksauren Bleies wurde der Ueberschuss an Blei durch Schwefelwasserstoff entfernt und der Kalk, nach genauer Sättigung, durch oxalsaures Ammoniak abgeschieden. Der oxalsaure Kalk ward einer Weissglühhitze ausgesetzt, und dadurch 1,885 Gr. oder 29,466 p. C. an reinem Kalk erhalten.

Das krystallisirte Mineral ist folglich zusammengesetzt aus:

Arseniksaurem Kalk	79,01
Wasser	20,99

Und das wasserfreie aus:

Arseniksäure	4,033	65,259
Kalk	1,885	29,466
	5,928	94,725.

Es ist in dieser Analyse ein beträchtlicher Verlust gewesen und deshalb kann sie nicht die wirkliche Zusammensetzung des Minerales selbst anzeigen. Bei Vergleichung dieses Resultates mit dem der nächst folgenden Analyse, ist es jedoch klar, dass Arseniksäure und Kalk in beiden Mineralien in denselben Verhältnissen verbunden sind.

Zerlegung der zweiten Species.

Die Analyse ward wie die vorhergehende geführt. In einem Versuche verloren 2,495 Gran durchs Glühen 0,405 Gr. oder 13,965 pr. C. an Wasser. In einem anderen verloren 0,995 Gr. an Wasser 0,145 Gr. oder 14,673 p. C., das Mittel ist 14,319. Von 3,29 Gr. des wasserfreien Minerals erhielt ich 6,26 Gr. an geglühtem, arseniksaurem Blei = 2,23 Gr. oder 67,781 pr. C. Arsenikfäure. Der Kalk wog 1,09 Gran, was 34,343 pr. C. ausmacht. Es besteht also das krystallisirte Mineral aus:

Arsenikfaurem Kalk	85,681
Wasser	14,319
	100,000

das wasserfreie aus:

Arsenikfäure	2,23	67,78
Kalk	1,09	33,13
	3,32	100,91

Die Data zu den Berechnungen sind die vom Dr. Thomson. Arsenikfaures Blei ist zusammengesetzt angenommen aus: 112 Bleioxyd und 62 Arsenikfäure und arsenikfaurer Kalk aus 28 Kalk und 62 Säure.

Wenn wir es wegen der geringen in Arbeit gehabten Mengen nicht so ganz strenge nehmen, so können wir den Schluss machen, dass jeder der zerlegten Körper aus denselben Stoffen zusammengesetzt ist und zwar in Bezug auf Säure und Kalk nach denselben Verhältnissen. Setzen wir voraus, dass das Arseniat welches die Grundlage beider Mineralien ausmacht, einen Atom von jedem Bestandtheil enthält, so wird es zusammen gesetzt seyn aus

Arsenikfäure	62	68,89
Kalk	28	31,11

Betrachten wir Hrn. Haidinger's zweite Species, das diatome Gypshaloid, als bestehend aus zwei Atomen Wasser, mit einem Atom von arseniksaurem Kalk, und das hemiprismatische Gypshaloid aus drei Atomen Wasser und einem Atome des Salzes, so werden sie zusammengesetzt seyn:

	Das diatome aus:		das hemiprismatische aus:	
arseniks. Kalk	90	83,34	90	76,92
Wasser	18	16,66	27	23,08

Es ist wahrscheinlich, dass Klaproth's Pharmacolith von Wittichen, so wie der von Andreasberg von John analysirte, identisch ist in Zusammensezzung mit dem hemiprismatischen Gypshaloid von Hrn. Haidinger. Die Analysen gaben

	Klaproth	John
Arseniksäure	50,54	45,68
Kalk	25,00	27,28
Wasser	24,46	23,86
	100,00	96,82

Hr. Haidinger hat durch mineralogische Betrachtungen gezeigt, dass die mit den beiden vorhergehenden Mineralien auf derselben Handstufe gefundene verwitterte Substanz nicht aus der Zersetzung einer von diesen entstanden sey. Die Wahrheit dieser Beobachtung wird durch die Analyse bestätigt. Der erste Punkt, worin sie sich unterscheidet, ist: dass sie selbst im verwitterten Zustande beträchtlich mehr Wasser enthält als jede der beiden Species. Denn in einem Versuche verloren 1,445 Gran von demselben durch Glühen 0,43 Gr. oder 29,065 pr. C. Wasser; und in einem zweiten verloren 1,60 Gr. von diesem 0,545 Gr. oder 34,062 p. C. Wasser. Ueberdiess ist ihre chemi-

sche Zusammensetzung verschieden, denn sie ist ein Arseniat von Kalk und Talkerde. Ich besafs zu wenig davon, um die Verhältnisse von Kalk und Magnesia zu meiner eigenen Befriedigung zu bestimmen, aber die Arsenikfäure beläuft sich auf 74,43 pr. Ct. in dem wasserfreien Minerale. Durch den Magnesiagehalt ist diese Substanz dem vom Prof. Stromeyer untersuchten Picropharmacolith von Riegelsdorf in Hessen analog; doch weicht sie sichtlich von diesem ab, erstlich dadurch, dass sie keinen Kobalt enthält und zweitens durch das Verhältnifs ihrer Bestandtheile.

VI.

Beschreibung des Edingtonits, einer neuen Mineralspecies;

von Wilhelm Haidinger;

nebst Analyse desselben von Dr. Edward Turner.

Form: *Pyramidal.* Grundform: eine gleichschenklige vierseitige Pyramide von 121° 40′ und 87° 19′ = *P* (Tafel . . Fig. 9.) $a = \sqrt{0{,}905}$.

Einfache Gestalten: $P - 2$ $(n) = 144°38′$; P (P); $P + \infty$ (m).

Charakter der Combinationen: hemipyramidal, mit geneigten Flächen. $\frac{P-2}{2} = 129°\ 8′,\ 35°\ 22′$. Fig. 10. $\frac{P}{2} = 92°\ 41′,\ 58°\ 20′$. Fig. 11. Beobachtete Combinationen ähnlich der Figur 12, welche aus allen

vorhergehenden einfachen Gestalten besteht, und ähnlich der Fig. 13, welche überdiess die abwechselnden Flächen einer sehr flachen vierseitigen Pyramide p, p enthält, die keine Messung erlauben.

Theilbarkeit: ziemlich deutlich parallel den Flächen des rechtwinklig vierseitigen Prismas *m*. In anderen Richtungen klein und unvollkommen muschliger oder unebener Bruch. *Oberfläche* von $\frac{P}{2}$ und $P + \infty$ gemeiniglich glänzend, die übrigen Flächen gekrümmt und ohne Glanz. *Glanz:* glasartig. *Farbe:* graulichweiss. Halbdurchsichtig, gewöhnlich nur durchscheinend. *Strich:* weiss. *Spröde.* Härte = 4,0 . . 4,5 näher dem Letzteren. Spec. Gew. = 2,710, von mehreren Krystallen, die zusammen 245 Milligramm wogen.

Bemerkungen.

1. Unter einer grossen Zahl von interessanten Mineralien aus der Nachbarschaft von Glasgow und Dumbarton, die sich im Besitz des Hrn. Edington zu Glasgow befinden, und welche zu sehen ich kürzlich das Vergnügen hatte, beobachtete ich einige in den Drusen des *Thomsonits* aufgewachsene Krystalle, von welchen ich zuerst glaubte, dass sie zu jener Species gehören würden. Ich fand aber bald, dass ihre Flächen nicht den Flächen entsprachen, welche in den Beschreibungen von Hrn. Brooke*) und Phillips**) erwähnt sind. Hr. Edington hatte die Güte, mir das einzige

*) Ann. of Phil. Vol. XVI. p. 193.

**) Mineralogy. p. 39.

Stück anzuvertrauen, was sich von dieser Substanz er in seiner Sammlung auffand und auf welches sich die vorhergehende Beschreibung bezieht. Ihm zu Ehren wird hier der Name *Edingtonit* zur Bezeichnung dieser Species vorgeschlagen.

2. Die regelmäfsige Gestalt dieses Minerals, selbst wenn wir das Interesse unberücksichtigt lassen, was mit jedem neuen Gegenstande verknüpft ist, verdient in hohem Grade Beachtung, weil sie unter den natürlichen Krystallen von hemipyramidaler Gestalt mit geneigten Flächen nun das zweite Beispiel bildet; das erste Beispiel dieser Art, was beobachtet wurde, ist der pyramidale Kupferkies. Hemipyramidale Gestalten sind im Allgemeinen sehr selten. Der pyramidale Scheelbaryt von Mohs (wolframsaurer Kalk) ist das einzige wohl erwiesene Beispiel von solchen mit parallelen Flächen. Vielleicht gehört der pyramidale Feldspath auch zu dieser Klasse. Es giebt eine Varietät von diesem von Pargas in Finnland, die Hr. Nordenskiöld besitzt, welche die in Fig. 14 dargestellte Form hat und nur mit einem Ende frei steht *). Diese Art der Anordnung der Flächen ist jedoch durchaus von der am Edingtonit verschieden, auch weicht jene Varietät gleichfalls von diesem in den Winkeln ab, obgleich das spec. Gew. beider Substanzen und ihre Theilbarkeit nahe übereinstimmen.

3. Der Edingtonit kommt in Krystallen vor, von welchen die gröfsten ungefähr 2 Linien im Durchmesser

*) Mohs Grundrifs der Mineralog. engl. Uebersetz. Vol. II. p. 261.

haben, aufgewachsen auf krystallisirten Thomsonit von den Kilpatrik Hügeln bei Glasgow. Er ist von Kalkspath und einer besonderen Varietät von Harmotom (dem paratomen Kuphonspath von Mohs), in Zwillingskrystallen von der Gestalt Fig. 15. begleitet. An diesen sind die Flächen der vierseitigen Pyramiden, welche bei den meisten übrigen Krystallen sichtbar sind, gänzlich verschwunden, und die einspringenden Winkel an dem Scheitel sind nur die Flächen eines horizontalen Prismas. Er kann in dieser Hinsicht als das letzte Glied einer Reihe von Varietäten betrachtet werden, von denen einige Glieder zuerst vom Hrn. Prof. Weiss beschrieben sind *). Die Krystalle von Edingtonit selbst sind weit entfernt, einen solchen Grad von Vollkommenheit zu besitzen, dass die oben gegebenen Winkel für mehr als Approximation angesehen werden könnten, obgleich ihre Gestalt gewöhnlich sehr deutlich ist. Sie sind gewissen Varietäten von Prehnit und Feldspath sehr ähnlich, doch müssen wir die Entdeckung anderer, die Kenntniss der Species erweiternder, Varietäten abwarten, um zu bestimmen, zu welchem Geschlechte in der Ordnung der Spathe des Mohs'schen Systemes er gerechnet werden kann.

Analyse des Edingtonits.

Er giebt beim Erhitzen Wasser aus, und wird zugleich undurchsichtig und weiss. Vor dem Löthrohr schmilzt er zu einem farblosen Glase, obschon hiezu eine ziemlich heftige Hitze nothwendig ist. Salzsäure

*) Magazin der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. VIII. 33.

wirkt auf ihn, und scheidet Kieselerde in einem gelatinösen Zustand ab; doch scheint die Einwirkung für den Zweck der Analyse nicht vollkommen zu seyn.

2,365 Gran des Minerals (die ganze Quantität, welche ich besafs) wurden bis zum Rothglühen erhitzt und verloren 0,315 Gr. oder 13,319 pr. C. an Krystallisationswasser. Die übrig bleibenden 2,05 Gran, welche leicht zu Pulver zerfielen, würden mit 6 Gran Kohlens. Natron vermischt und eine halbe Stunde lang rothglühend erhalten. Die geglühte Masse war fast ganz weiss und hatte nicht geflossen. Verdünnte Salzsäure löste das Ganze auf, bis auf einige Flocken von Kieselerde. Die Lösung wurde zur Trockne gebracht, und die Kieselerde, nachdem sie auf dem Filtrum gesammelt und geglüht war, wog 0,89 Gr. d. i. 35,09 p. C.

Die dadurch von Kieselerde befreite Lösung, wurde bei der Siedhitze mit einem leichten Ueberschuss von kohlens. Natron behandelt, worauf ein weisser Niederschlag erfolgte. Dieser wurde mit reinem Kali digerirt um die etwa gegenwärtige Alaunerde zu lösen, und die alkalische Lösung mit einem Ueberschuss von salzsaurem Ammoniak gekocht, lieferte eine Portion Alaunerde, welche, nachdem sie einer Weissglühhitze ausgesetzt worden, 0,655 Gran wog, was 27,69 p. C. ausmacht. Die Masse welche sich nicht in Kali auflöste, ergab sich als eine kohlensaure Erde; denn sie löste sich mit Aufbrausen in Salzsäure auf. Durch genaue Sättigung der Lösung und Zusatz von oxalsaurem Ammoniak wurde ein weisser Niederschlag gefällt, welcher 0,3 Gran oder 12,68 pr. C. reinen Kalk lieferte. Nach Absonderung des Kalkes, wurde dieser Lösung kohlensaures Ammoniak und phosphorsaures Natron hin-

zugefügt. Es wurde kein Niederschlag gebildet und folglich war keine Magnesia zugegen. Eisen und Mangan waren gleichfalls nicht vorhanden. Der Edingtonit enthält folglich:

Kieselerde	35,09
Alaunerde	27,69
Kalk	12,68
Wasser	13,32
	88,78

Da die verschiedenen in diesem Minerale gefundenen Substanzen nicht mit der der Analyse unterworfenen Menge desselben übereinstimmen, so enthält es ohne Zweifel 10 bis 11 pr. C. von einem Alkali; ich war aber nicht im Stande, die Natur desselben zu bestimmen.

VII.

Ueber das Gesetz der elektrischen Abstoſsungskraft;

von

P. N. C. Egen, Lehr. d. Math. u. Phys. am Gymn. zu Soest.

Es soll hier aus den vorhandenen und neuen Beobachtungen wo möglich festgestellt werden, ob die elektrischen Abstoſsungskräfte umgekehrt den einfachen Entfernungen oder den Quadraten dieser Entfernungen proportional sind.

Das Gesetz, von dem hier geredet wird, ist das Grundgesetz, worauf die meisten elektrischen Erscheinungen beruhen. Da nun die Lehre von der Elektricität schon zu einem hohen Grade der Ausbildung gebracht worden ist, so sollte man denken, es seyen die Bewahrheitungen des Grundgesetzes über jeden Zweifel erhoben. Die französischen und englischen Physiker nehmen es allgemein als erwiesen an, daſs die elektrischen Anziehungs- und Abstoſsungskräfte abnehmen, wie die Quadrate der Entfernungen zunehmen. Wie viel aber daran fehlt, daſs die Ueberzeugung davon auch in Deutschland allgemein sey, erhellt schon daraus, daſs noch vor Kurzem ein sehr würdiges Mitglied einer der berühmtesten gelehrten Gesellschaften Deutschlands in einer Abhandlung den Beweis geliefert zu haben glaubt, die elektrischen Abstoſsungskräfte ständen im umgekehrten Verhältnisse mit den einfachen Entfernungen.

Für Deutsche kann es daher nicht ohne Interesse seyn, die Versuche zur Begründung der besagten Gesetze einer unbefangenen Kritik unterwerfen, und das daraus gezogene wahrscheinlichste Resultat durch neue Versuche bestätigt werden zu sehen.

* * *

Bei unserer jetzigen Kenntniss der Naturkräfte musste es uns wahrscheinlich dünken, dass sich die elektrischen Anziehungs- und Abstossungskräfte wie umgekehrt die Quadrate der Entfernungen zu einander verhalten, wenn auch gar keine Versuche zur Erforschung dieses Gesetzes vorlagen. Denn auf dieselbe Art wirkt die allgemeine Anziehungskraft, welche die Körper der Sonnensysteme an einander bindet. So wirkt auch die magnetische Kraft, welche nach der Oersted'schen Entdeckung, einer der wichtigsten unsers Jahrhunderts, so enge mit der Elektricität zusammenhängt. — Es läfst sich nicht denken, wie die Kraft, welche von einem Punkte ausgeht, nach einem kleinern als dem quadratischen Verhältnisse der Entfernungen abnehmen sollte. Der menschliche Geist muss sich diese Kraft, wenn er sich anders etwas dabei vorstellen soll, als nach allen Seiten sich ergiessende Ausflüsse, gleichsam wie Lichtstrahlen, die von einem leuchtenden Punkte ausgesendet werden, vorstellen; und unter diesen Verhältnissen wächst die Schwächung der Kraft nothwendig mit der zweiten, und keiner andern, Potenz der Abstände. Es wäre hier nur dann eine Schwächung nach der ersten Potenz der Abstände denkbar, wenn die Kraft nicht nach allen Seiten wirkte, sondern wenn sie bloss in einer einzigen Ebene ihre Ausflüsse aussendete.

Ich gestehe gern, dass solche Schlüsse dem Physiker keine Ueberzeugung geben können. Dieser will das, was er für wahr hält, nicht auf den moorigen Grund dunkler Hypothesen gründen; er will sein Lehrgebäude auf das Felsenfundament unwidersprechlicher Axiome und sicherer Erfahrungen stützen. Dennoch möchte ich aber solchen Betrachtungen nicht allen Werth absprechen. So lange wir unsern Geist nicht künstlich verschroben haben, werden wir unwillkürlich zu ihnen hingetrieben; sie sind also rein menschlich. Sie bewahren den Gelehrten, so lange er ihnen nicht einen übergrossen Werth beilegt, vor jenen irrigen Meinungen, wozu missverstandene Erfahrungen führen können, wenn auf sie, ausser aller Verbindung mit andern, eine Schlussfolge basirt wird. Die Geschichte der Naturwissenschaften würde uns nicht so viele Versündigungen am gesunden Menschenverstande zu erzählen haben, wenn man es sich von jeher zur Regel gemacht hätte, neue Wahrheiten mit alten zu vergleichen, und zugleich nachzusehen, ob sie nicht mit einer vernünftigen allgemeinen Ansicht der betreffenden Sache streiten. Die Widersprüche, auf welche man so etwa stösst, sollen nur warnen; allerdings dürfen sie nie entscheiden.

* * *

Ist ein isolirter Körper elektrisirt worden, so kann die in diesem Körper enthaltene freie Elektricität auf zweifache Art im Gleichgewichte seyn; nämlich einmal, indem jedes einzelne Theilchen der freien Elektricität mit allen übrigen Theilchen dieser freien Elektricität im Gleichgewichte ist, und dann, indem zwischen den einzelnen Theilchen der freien Elektricität

und den einzelnen Theilchen der gebundenen Elektricität des Körpers ein Gleichgewicht Statt findet. So lange das erste Gleichgewicht nicht da ist, strömt die freie Elektricität entweder im Körper oder auf seiner Oberfläche hin und her; so lange das zweite Gleichgewicht nicht besteht, wird die gebundene Elektricität theilweise frei und wieder gebunden. In beiden Fällen muss ein Hin- und Herströmen der Elektricität Statt finden. Diese innere Thätigkeit in einem elektrisirten Körper müsste um so kräftiger seyn, je besser die Materie, woraus der Körper besteht, die Elektricität leitet, und käme die Elektricität nie ins Gleichgewicht, so müsste das Hin- und Herwogen fortbestehn. Bis dahin hat sich eine solche Thätigkeit durch kein einziges Symptom zu erkennen gegeben: ein elektrisirter, isolirter Körper wirkt nicht auf die Magnetnadel; auch sieht man keine Bewegung in isolirten Flüssigkeiten, nachdem sie elektrisirt worden sind. Es scheint also, als komme die Elektricität in einem isolirten Körper jedesmal ins Gleichgewicht mit sich selbst und mit der gebundenen Elektricität des Körpers. Könnte dieses streng erwiesen werden, so liesse sich dann auch a priori darthun, dass die Attractions- und Repulsionskräfte der Elektricität abnehmen, wie die Quadrate der Entfernungen zunehmen. Ich will zeigen, wie dieser Beweis geführt werden kann.

Der Einfachheit wegen nehme ich an, der elektrisirte Körper sey eine Kugel. Nun mögen die Abstossungskräfte nach irgend einer positiven, von Null verschiedenen, Potenz der Entfernungen geschwächt werden, so vertheilt sich in jedem Falle, was streng bewiesen werden kann, alle freie Elektricität gleich-

förmig über die Oberfläche der Kugel. Der Beweis für diesen Satz ist so leicht zu führen, dass ich, um kurz zu seyn, weiter nicht auf ihn eingehe. Die freie Elektricität des Körpers wirkt nun aber auch vertheilend auf seine gebundene Elektricität. Jedes Theilchen der gebundenen positiven Elektricität ist mit einem Theilchen negativer Elektricität vereinigt. Es mögen (Fig. 1 *) zwei so combinirte Elektricitäts-Theilchen sich bei *C* befinden. Die Theilchen der auf der Oberfläche verbreiteten freien Elektricität stoſsen das gleichnamige Theilchen bei *C* ab, und ziehen das ungleichnamige an. Es wird folglich bei *C* nur in dem Falle keine Vertheilung Statt finden, wenn die Resultante aller Attractionen und Repulsionen gleich Null ist, das heiſst, wenn die Linien *Ab* und *aB* unendlich nahe zusammen liegend durch den Punkt *C* gezogen werden, so muſs die Attraction oder Repulsion des Linien-Elements *Aa* gleich derjenigen von *Bb* seyn. Oder mit andern Worten, die Anziehungs- und Abstoſsungskräfte müssen in Entfernungen so wirken, daſs sie sich von der Oberfläche einer Kugel aus bei Punkten innerhalb der Kugel gegenseitig aufheben. Diese Bedingung findet aber, es mag die anziehende oder abstoſsende Schicht auf der Oberfläche der Kugel als unendlich dünn, oder von einer merklichen Dicke angenommen werden, nur dann Statt, wenn die Anziehungs- oder Abstoſsungskräfte abnehmen, wie die zweiten Potenzen der Entfernungen zunehmen **). Ist

*) Folgt im nächsten Heft. (P.)

**) Einen Beweis für diesen Satz geben Newton: Philosophiae naturalis principia mathematica, editio nova, Glasquae 1822, I. p. 357; und Poisson: Traité de mécanique II. p. 20.

der Exponent dieſer Potenz kleiner als zwei, ſo übt das entferntere *Bb* eine ſtärkere Wirkung auf *C* aus, als das nähere *Aa*; iſt hingegen jener Exponent gröſser als zwei, ſo wirkt *Aa* ſtärker auf *C*, als *Bb* auf dieſen Punkt wirkt. In beiden Fällen wird die Elektricität bei *C* zertheilt. Daſſelbe findet für alle Punkte Statt, welche auſserhalb des Mittelpunktes *D* liegen. Da durch dieſe Zertheilung eben ſo viele poſitive als negative Elektricität frei wird, und da der Wiedervereinigung der frei gewordenen entgegengeſetzten Elektricitäten, wenigſtens auf der Oberfläche, wohin ſie ſich begeben müſſen, kein Hinderniſs im Wege ſteht, ſo dauert das Spiel des Zertheilens und des Wiedervereinigens ſo lange fort, bis die anfänglich mitgetheilte freie Elektricität bei einer immer unvollkommnen Iſolirung vor und nach ſich zerſtreut hat.

Man kann ſich ſehr leicht durch einfache und ſicher begründete Schlüſſe davon überzeugen, daſs, wenn eine Kugel auf ihrer Oberfläche freie Elektricität enthält, und in irgend einem Punkte innerhalb der Kugel gleichnamige oder entgegengeſetzte Elektricität vorhanden iſt, dieſe ſich nach der Oberfläche begeben müſſe, die Attraction und Repulſion möge durch die Entfernung nach dieſem oder jenem Geſetze geſchwächt werden. Eben ſo leicht iſt es, einzuſehen, daſs der elektriſche Zuſtand einer ektriſirten Kugel nicht verändert werde, wenn der Kugel eben ſo viele poſitive als negative Elektricität mitgetheilt wird. Ich halte es daher für hinreichend, dieſe Sätze nur auszuſprechen, ohne mich auf den Beweis einzulaſſen.

* * *

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen wende ich mich zu den Beobachtungen, welche angestellt worden sind, um das Gesetz der elektrischen Anziehung und Abstoſsung zu erforschen, und zwar zuerst, zu den Coulomb'schen, welche die Resultate der obigen Betrachtungen bestätigen.

Es ist bekannt, daſs Coulomb sich seiner Drehwage bediente, um jenes Gesetz durch Versuche aufzufinden. Der einzig direkte Versuch, der öffentlich mitgetheilt worden ist, wurde vor der Academie gemacht *). Gewiſs hatte aber Coulomb vorher mehrere Versuche angestellt, die ihm, den genauen und gewandten Beobachter, die Ueberzeugung gaben, daſs sein Gesetz mit der Natur übereinstimme. Auch muſs Coulomb später noch mehrere Versuche angestellt haben, die dieses Gesetz bestätigten **). Es scheint mir, als habe Coulomb sein aufgefundenes Gesetz als so fest in der Natur der Sache begründet angesehen, daſs er es für unnöthig erachtete, eine lange Reihe von Beobachtungen zu seiner Bestätigung mitzutheilen. Auch fand er dasselbe durch mehrere indirekte Versuche bewahrheitet. Allerdings wäre es besser gewesen, wenn er alle seine Versuche bekannt gemacht hätte; mehrere Reihen guter Beobachtungen würden wahrscheinlich manchen Zweifel zurückgewiesen haben.

Der obige Versuch wurde mit einem 28 Zoll langen Drathe gemacht ***); die Nadel beschrieb einen

*) Gren, Neues Journal der Physik. Bd. 3. p. 52.

**) Gren, Neues Journal der Physik. Bd. 3. p. 53; Biot, Traité de physique expérimentale et mathématique t. II. p. 232.

***) Biot, t. II. p. 224 sq.

Kreis von 4 Zoll Radius; eine Kraft von $\frac{1}{122400}$ Gran, auf das Ende der Nadel angewandt, drehete sie um einen Grad. An dem Tage des Versuchs war der Verlust der Elektricität nur so groß, daß in 3 Minuten Zeit ein Abstand der Kugeln von 30 Grad auf einen von 29 Grad herabsank. Der Versuch dauerte 2 Minuten und ergab bei 36° Drehung einen Abstand der Kugeln von 36°, bei 144° Drehung einen Abstand von 18°, und bei 575½° Drehung einen Abstand von 8½ Grad.

Coulomb hat durch viele und sorgfältig angestellte Versuche gezeigt, daß sich bis zu einem gewissen Punkte die Drehungswinkel zu einander verhielten, wie die Drehungskräfte *). Obschon man aus den mitgetheilten Angaben nicht beurtheilen kann, bis zu welchem Punkte der Drehung diese Proportionalität bei dem gebrauchten Drathe der Drehwage bestand; so läßt sich doch von der großen Sorgfalt des geübten Beobachters mit aller Sicherheit annehmen, daß dieser Punkt nicht überschritten worden sey. Die in dieser Beziehung von Mayer erhobenen Bedenklichkeiten **) sind demnach durchaus unbegründet. Ein anderer Einwurf von Mayer ***), daß nämlich bei Versuchen mit der Drehwage der Verlust an Elektricität wegen unvollkommner Isolirung sehr nachtheilig einwirke, ist eben so genügend in Beziehung auf den obigen Versuch weg zu räumen. Durch einen Nebenversuch

*) Biot, t. I. p. 484 sq.

**) Comm. soc. Reg. scient. Gott. rec. class. math. tom V.; Comm. de vi electr. repuls. p. 5.

***) An demselben Orte.

iſt nämlich bekannt, daſs der Verluſt für 2 Minuten gegen $\frac{1}{45}$ der vorhandenen Elektricität beträgt. Will man alſo auf dieſen Verluſt Rückſicht nehmen, ſo muſs man den Abſtand von $8\frac{1}{2}^{\circ}$ um etwa $\frac{1}{8}^{\circ}$ vergröſsern. Bis auf $\frac{1}{6}$ Grad genau konnte aber nicht beobachtet werden; man kann alſo mit allem Rechte dieſe Correktion vernachläſſigen. Da mit einer ſo geringen Maſſe von Elektricität experimentirt wurde, ſo ſind fremdartige Einwirkungen durch Zertheilung von Elektricität in den Umgebungen der beiden Kugeln nicht denkbar. Der Umſtand aber, daſs, wenn zwei gleichnamig elektriſirte Kugeln näher zuſammenrükken, die Elektricität jetzt nicht mehr gleichförmig über ihre Oberfläche vertheilt bleibt, daſs ſich vielmehr die elektriſche Schicht an den Punkten, welche die Kugeln ſich zukehren, ſchwächt, und an den entgegengeſetzten Punkten verſtärkt, muſste auf die Reſultate der Verſuche von einem um ſo merklichern Einfluſſe ſeyn, je gröſser die Kugeln ſind. Wenn Repulſionskräfte nach dem Quadrate der Entfernungen geſchwächt werden, ſo ſtoſsen ſich Kugeloberflächen oder Kugelſchalen ſo zurück, als wirkten die Abſtoſsungskräfte vom Mittelpunkte aus *). Iſt nun die Elektricität, bei der gegenſeitigen Einwirkung zweier naher Kugeln auf einander, nicht gleichförmig über ihre Oberfläche vertheilt, ſo wirken in dieſem Falle die Abſtoſsungskräfte wie aus zwei Punkten, die weiter als die Mittelpunkte von einander abſtehen. Darum muſs in den obigen Beobachtungen der Abſtand von $8\frac{1}{2}^{\circ}$ um ſo mehr etwas vergröſsert werden, je gröſser die angewendeten Ku-

*) Newton, Principia I. § p. 361; Poiſſon, Méçanique II, p. 20.

geln waren. Ihr Duchmesser ist nicht angegeben; und obschon sie wahrscheinlich sehr klein gewesen sind, so mag doch der letztere Winkel leicht um etwa $\frac{1}{3}°$ zu vergrössern seyn.

Bis zu einem Winkel von 36° kann man in dem obigen Versuche mit aller erforderlichen Genauigkeit für die Sehnen die Bogen setzen, und man hat nicht nöthig zu beachten, dass bei solchen Abständen die Abstossungskräfte nicht mehr senkrecht auf die Nadel wirken *). Man hat also die Proportion

$$575\frac{1}{2} : 144 : 36 = (36)^x : (18)^x : (8\frac{1}{2})^x.$$

Man sieht leicht ein, dass dieser Proportion annähernd nur dadurch Genüge geschehen kann, dass $x = 2$ gesetzt wird. Es müsste dann aber 9 statt $8\frac{1}{2}$ dastehen, wodurch sich von selbst $575\frac{1}{2}$ in 576 verwandelte. Der Unterschied beruht nicht auf einem Beobachtungsfehler; er lässt sich vielmehr aus dem oben Vorgebrachten erklären. Wegen des Verlustes an Elektricität während der Beobachtung kann man allenfalls $\frac{1}{6}°$ addiren, wodurch man $8\frac{2}{3}°$ erhält. Das Fehlen der übrigen 20 Minuten wird durchaus genügend dadurch erklärt, dass bei einer Nähe von 9° die Abstossungsmittelpunkte merklich hinter die geometrischen Mittelpunkte der Kugeln zurückgetreten seyn müssen.

Ich muss gestehen, dass ich den in Rede stehenden Versuch von Coulomb, in seiner geschichtlichen und factischen Beziehung genommen, für durchaus entscheidend halte.

*) Biot II, p. 231.

Biot sagt, dafs Coulomb auch das elektrische Attraktions-Gesetz durch die Drehwage untersucht, und dasselbe mit dem Repulsionsgesetze übereinstimmend gefunden habe *). So viel ich weifs, sind diese Beobachtungen nicht bekannt gemacht worden. Er hat über dieses Gesetz aber noch auf anderem Wege Untersuchungen angestellt, und den folgenden Versuch mitgetheilt **). An einem Seidenfaden, wie er aus dem Cocon kommt, von 7 bis 8 Zoll Länge, wurde eine Nadel von Gummilack, 16 Linien lang, in einem Glaskasten aufgehängt. Der Faden leistete so wenig Widerstand, dafs eine Kraft von $\frac{1}{120000}$ Gran die Nadel um 360° umzudrehen vermochte. Der Widerstand bei einer Drehung von ein Paar Graden kann folglich als Null angesehen werden. Die Nadel trug vorn einen Kreis von Goldpapier. In einiger Entfernung von ihr wurde eine hölzerne Kugel, von 1' Durchmesser, mit Zinnfolie belegt, aufgestellt. Die Kugel wurde dann elektrisirt, und dem Scheibchen aus Goldpapier die entgegengesetzte Elektricität mitgetheilt. Nun wurde die Nadel in Schwingungen von kleinem Umfange versetzt, und die Dauer jeder Schwingung, und zwar in verschiedenen Abständen von der Kugel, beobachtet. Bei kleinen Schwingungen blieb die Entfernung des Mittelpunktes der Kugel von dem Scheibchen der Nadel beiläufig dieselbe; auch können die Richtungen der Anziehungskräfte für die ganze Dauer einer Schwingung als unter sich parallel angenommen werden. Darum müssen sich,

*) Biot II. p. 233.

**) Biot II. p. 236 sq.

wenn die Anziehungskräfte wachsen, wie die Quadrate der Entfernungen abnehmen, nach dem Gesetze der Pendelschwingungen, die Abstände des Scheibchens vom Mittelpunkte der Kugel zu einander verhalten, wie die Schwingungszeiten. Nun war nach dem Versuche von Coulomb die Dauer von 15 Schwingungen bei einem Abstande von 9 Zoll = 20 Sec., bei 18 Zoll Abstand = 41″, bei 24 Zoll Abstand = 60″. Der Versuch hatte 4 Minuten gedauert, und zu der Zeit ging in jeder Minute $\frac{1}{40}$ der Elektricität an die Umgebung verloren. Man hat demnach wohl 39″ statt 41″, und 51″ statt 60″ zu setzen. Dann besteht wirklich annähernd die Proportion

$$9 : 18 : 24 = 20 : 39 : 51.$$

Auch dieser Versuch bestätigt also das Coulomb'sche Gesetz, und ich sehe nicht ein, was man seiner vollen Gültigkeit entgegenstellen könnte, so lange ein geübter, genauer und treu referirender Beobachter vorausgesetzt werden darf.

* * *

Es ist schon oben gesagt worden, dass sich die Elektricität auf Kugeloberflächen gleichförmig vertheile, die Abstossungskräfte mögen nach dem quadratischen oder irgend einem andern Verhältnisse der Entfernungen geschwächt werden. Auf allen übrigen Körper-Oberflächen vertheilt sich die Elektricität nicht gleichförmig; auch bleibt die elektrische Schicht nicht mehr überall gleich dick, wenn mehrere elektrisirte Kugeln sich nahe, oder mit einander in Berührung, kommen. Die Vertheilung der Elektricität in diesen Fällen ist eine ganz andere, wenn die Ab-

ſtoſsungskräfte abnehmen, wie die einfachen Entfernungen zunehmen, oder wenn ſie abnehmen, wie die Quadrate der Entfernungen wachſen. Coulomb hat über dieſe Vertheilung viele Verſuche angeſtellt, und überall die Erfahrung mit ſeiner Theorie übereinſtimmend gefunden *). Vorläufige Verſuche belehrten ihn, daſs, wenn ein elektriſcher Körper mit einem Scheibchen von Goldpapier, das an einem iſolirenden Handgriffe befeſtigt war, berührt werde, die dem Scheibchen mitgetheilte Elektricität der Dicke der elektriſchen Schicht an der berührten Stelle des Körpers proportional ſey. Wollte er nun die Vertheilung der Elektricität auf der Oberfläche eines Körpers unterſuchen, ſo wurde dieſer Körper an verſchiedenen Stellen mit dem Probeſcheibchen berührt, und dieſes jedes Mal in die Drehwage gebracht, in welcher das Scheibchen der Nadel vorläufig gleichnamig elektriſirt worden war, wo dann der beobachtete Drehungswinkel bei gleichen Abſtänden, ohne hypothetiſche Vorausſetzungen, die Dicke der elektriſchen Schicht an den unterſuchten Stellen angab. Ueber den Verluſt der Elektricität durch Mittheilung an die Umgebungen der elektriſirten Körper wurde bei allen Beobachtungen Rechnung gehalten, und die beobachteten Werthe wurden danach corrigirt. Auf dieſe Art unterſuchte Coulomb die Vertheilung der Elektricität auf einem langen und ſchmalen Bleche, auf einem langen und dünnen Cylinder, auf kreisförmigen Platten, auf ſich berührenden Kugeln von gleichem

*) Biot II. p. 263 sq. Gren, Neues Journal der Phyſik III. p. 58 sq.

und ungleichem Radius u. s. w. Ueberall gaben Versuche und Theorie dasselbe Resultat, und zwar mit einer Uebereinstimmung, wie sie nur erwartet werden darf.

Die tiefsten analytischen Untersuchungen über die Verbreitung und Zertheilung der Elektricität in leitenden Körpern hat Poisson angestellt. Biot hat mehrere Resultate derselben mitgetheilt, und einige derselben mit Beobachtungen verglichen *). Poisson stützt seine Berechnungen auf folgende Grundsätze: 1) die Theilchen des elektrischen Fluidums, die vollkommen beweglich sind, stossen sich ab und ziehen sich an mit einer Kraft, die umgekehrt dem Quadrate der Entfernungen proportional ist; 2) bei gleichen Entfernungen sind für gleiche Massen der Elektricität die Anziehungskräfte den Abstossungskräften gleich; 3) wenn in einem elektrisirten Körper, oder in mehreren, die einander nahe sind, der elektrische Zustand constant geworden, so ist die Gesammtwirkung der anziehenden oder abstossenden Kräfte aller freien Elektricität auf jeden Punkt im Inneren dieser Körper gleich Null. Unter diesen Voraussetzungen stimmen Beobachtungen und Rechnung so genau überein, als man es nur erwarten kann. Es muss folglich jedes Gesetz der Anziehung und Abstossung, das von dem hier aufgestellten verschieden ist, als falsch verworfen werden. Ich will einige Data der Beobachtungen und Berechnungen mittheilen. — Werden zwei Kugeln von gleichem Durchmesser, und die sich berühren, elektrisirt: so ist im Berührungspunkte gar keine Elektri-

*) Biot II. p. 291 sq.

[illegible] frei; die elektrische Schicht nimmt von da an ihren Anfang und verstärkt sich bis zu den Punkten, die 180° vom Berührungspunkte abstehen. Es verhalten sich die Dicken der elektrischen Schichten in einem Abstande vom Berührungspunkte

	nach Beobachtungen	nach Berechnung
von 90° und 30°	wie 1 : 0,21 ;	wie 1 : 0,17
von 90° und 60°	- 1 : 0,80 ;	- 1 : 0,75
von 90° u. 180°	- 1 : 1,06 ;	- 1 : 1,14

Bei Kugeln, deren Durchmesser sich verhalten wie 1 : 2, wird die Dicke der elektrischen Schicht auf der kleinen Kugel durch folgende Verhältnisszahlen angegeben:

	nach Beobachtungen	nach Berechnung
bei 90° u. 30° Abstand	(beinahe) wie 1 : 0 ;	(beinahe) wie 1 : 0
- 90° u. 60° -	wie 1 : 0,59 ;	wie 1 : 0,56
- 90° u. 180° -	wie 1 : 1,33 ;	wie 1 : 1,33.

Es verhält sich bei diesen Kugeln die Dicke der elektrischen Schicht bei 90° Abstand vom Berührungspunkte auf der grossen Kugel zur Dicke der Schicht des ähnlich liegenden Punktes auf der kleinen Kugel, nach der Beobachtung wie 1 : 1,25, nach der Berechnung wie 1 : 1,24. Wenn eine Kugel von 6¼ Zoll Umfang eine elektrisirte Kugel von 24 Zoll Umfang berührt, so ist nach der Trennung die elektrische Schicht auf der kleinen Kugel nach Beobachtungen 1,33, und nach Berechnung 1,32 mal so dick, als auf der grossen Kugel. Nach der Berührung einer elektrisirten Kugel von 8 Zoll Durchmesser mit einer andern von 1 Zoll Durchmesser, ist die Schicht auf der kleinern Kugel nach Berechnung 1,44 mal so dick, als auf der grossen,

Kugel; ein sehr complicirter Versuch gab für diese Verhältnisszahl 1,59.

Ist der eine von zwei gleichnamig elektrisirten Körpern viel schwächer elektrisirt, als der andere, so stoßen sich diese Körper in größern Entfernungen ab. Rücken aber die Körper näher zusammen, so kann der Punkt erreicht werden, wo der stärker elektrisirte Körper auf die ihm zugekehrten Theile des andern Körpers kräftiger einwirkt, als die in diesem Körper selbst enthaltene freie Elektricität. Jetzt geht eine Zertheilung der gebundenen Elektricität vor sich, und weil die frei gewordene ungleichnamige Elektricität, obschon immer geringer an Masse, als die freie und freigewordene gleichnamige Elektricität, doch dem ersten Körper am nächsten liegt; so kann endlich bei fortgesetzter Annäherung die Abstoßung, über einen Indifferenzpunkt hinaus, in Anziehung übergehen. Auch hier stimmt die Theorie von Poisson mit den Erfahrungen durchaus überein.

Kommt ein elektrisirter Körper in die Nähe eines nicht elektrisirten Körpers, so wird die gebundene Elektricität in letzterem zertheilt; die gleichnamige Elektricität zieht sich in das dem ursprünglich elektrisirten Körper abgewendete Ende, und die ungleichnamige in das dem erstern Körper zugekehrte Ende. Zwischen beiden Enden muss also eine Zone liegen, welche gar keine freie Elektricität enthält. Die Theorie von Poisson bestimmt für einfachere Körper die Stelle dieser indifferenten Zone, und zwar übereinstimmend mit angestellten Beobachtungen. Hieher

gehört auch der Verſuch von Mahon *); die gegen dieſen vorgebrachten Einwendungen ſind durchaus unbegründet.

* * *

Dieſes ſind die vorzüglichſten Beobachtungen, welche für die Uebereinſtimmung des elektriſchen Attractionsgeſetzes mit dem allgemeinen Attractionsgeſetze ſprechen. Parrot ſagt **), daſs er durch Verſuche mit der Drehwage dieſelbe Uebereinſtimmung gefunden habe; nur habe er nie die Genauigkeit erreichen können, die Coulomb erreicht haben wolle, welches entweder in einem Fehler ſeines Inſtruments oder in ſeiner Ungeſchicklichkeit ſeinen Grund haben möge: es ſeyen ihm Fehler von $\frac{1}{8}$ des Ganzen vorgekommen. Auch Mayer beklagt ſich über die Unzuverläſſigkeit der Drehwage, und beruft ſich dabei auf das Zeugniſs von Parrot und auf eigene Verſuche ***). Es iſt aber ganz natürlich, daſs Coulomb genauer mit ſeiner Drehwage beobachtete, als andere Phyſiker. Coulomb hatte eine ausgezeichnete Beobachtungsgabe, die, wie andere Geiſtesgaben, der Himmel ſchenken muſs; die Drehwage war Coulomb's Kind, und zwar ſein liebes Kind; er hat Tauſende von Beobachtungen mit ihr angeſtellt, die ihm Leichtigkeit in ihrer Handhabung gaben, und ihn viele Anomalien vermeiden lehren muſsten; die Lehre von der elektriſchen Mittheilung, Verbreitung und Zer-

*) Gehler, Phyſicaliſches Wörterbuch, B. IV. p. 804.

**) Gilbert, Annalen der Phyſik, B. 60. p. 22.

***) Die oben angeführte Abhandlung, p. 5.

theilung hat er auf die mannigfachste Weise und nach allen Richtungen hin untersucht, er wusste also die kleinsten schädlichen Einwirkungen von aussen durch seine Anordnungen zu vermeiden; alle diese Vortheile müssen nothwendig den Beobachtungen Coulomb's vor denen der meisten andern Physiker einen bedeutenden Vorzug geben. Warum wollte man sich nicht bescheiden, dies anzuerkennen, und warum möchte man lieber der Natur Zwang anthun, als zugestehen, dass man irgend einmal Versuche nicht ganz auf die rechte Art angestellt oder benutzt habe?

Man hat aber in Deutschland nicht allein die Coulomb'schen Versuche verdächtig zu machen gesucht, sondern auch zu dem Zwecke, um das Ergebniss derselben als falsch zu erweisen, eigens angestellte Versuche bekannt gemacht. Eine Apologie der Coulomb'schen Versuche hat also nicht nur die Untadelhaftigkeit dieser Versuche nachzuweisen; sondern sie muss auch zeigen, worin das Fehlerhafte der Versuche der Gegner bestehe.

* * *

Unter den Versuchen, welche der Coulomb'schen Theorie entgegengestellt worden sind, bedürfen nur die von Mayer und Simon einer weitläufigern Untersuchung. Von den übrigen mir bekannt gewordenen Gegenversuchen kann die Ungültigkeit, wie ich glaube, schon bei einer weniger tief eingehenden Analyse herausgefunden werden. Ich gehe also vorab zur Kritik dieser weniger bedeutenden Versuche über.

Parrot und v. Yelin haben Beobachtungen über die Schwingungen eines horizontalen und verti-

kalen Pendels angestellt, welches durch zwei Zambonische Säulen in Bewegung gesetzt wurde *). Ich darf hier die Art, wie solche Schwingungen hervorgebracht werden, als bekannt voraussetzen. Je näher die Knöpfe der beiden Säulen, zwischen welchen sich das Pendel bewegt, zusammenrücken, desto mehr Schwingungen wird das Pendel in gleichen Zeiten machen; theils weil der Weg für die Pendelkugel sich abkürzt, theils aber auch, weil diese Kugel stärker von den Säulenknöpfen afficirt wird, da sie sich von denselben nicht mehr so weit entfernen kann. Man glaubte nun aus der beobachteten Anzahl der Schwingungen für eine bekannte Entfernung der Säulenknöpfe auf das Gesetz der elektrischen Attraction und Repulsion einen sichern Schluss machen zu können. Die Schwingungen hangen aber von zu vielen der Berechnung nicht fähigen Umständen ab, als dass man diesem Schlusse vertrauen dürfte. Bei der Berechnung muss angenommen werden, dass die schwingende Kugel in demselben Momente wieder zurückgehe, in welchem sie den einen Säulenknopf berührt. Sie geht aber in der Wirklichkeit nicht früher zurück, bis sie alle ± Elektricität abgegeben, und dafür wieder mit ∓ Elektricität geladen worden, wozu allerdings eine merkliche Zeit gehört, wie anderweitige Beobachtungen lehren. Schon dieser Umstand allein macht alle auf derartige Beobachtungen gegründete Schlüsse trüglich. Ferner findet an der Axe des Pendels Reibung Statt, und auch

*) Gilbert, Annalen der Physik, Bd. 60. p. 22 sq. Von Yelin, Versuche und Beobachtungen zur nähern Kenntniss der Zambonischen trocknen Säule. München 1820.

diese kennt man zu wenig, um sie mit in Rechnung nehmen zu kennen. Dann erfordert die Rechnung eine genaue Kenntniss der elektrischen Kraft jeder Säule; weil man sich diese nicht erwerben kann, so muss die Kraft in beiden Säulen als gleich stark angenommen werden, was nie genau genug wahr ist. Endlich liegt auch der Punkt, von welchem die anziehenden und abstossenden Kräfte ausgehen, nicht im Mittelpunkte der Kugeln, wie es bei der Berechnung, wenn sie nicht zu verwickelt werden soll, angenommen werden muss: dieser Punkt ist sogar beweglich, indem er bei jeder Schwingung auf einer Curve fortrückt, welche zwar eine Verlängerung des Schwingungsbogens, aber wahrscheinlich kein Kreisbogen ist. Da die Kugeln zur Berührung kommen, so durchlaufen die beweglichen Mittelpunkte eine merkliche Weite, worüber jedoch nicht Rechnung gehalten werden kann. Es ist ein verkehrtes Bemühen, aus so complicirten Erscheinungen ein einfaches Naturgesetz herausfinden zu wollen. Wer möchte sich vermessen, aus den Pendelschwingungen einer Hausuhr die Abplattung der Erde, oder aus dem Herabfallen eines Strohhalmes von einer Hütte das Fallgesetz zu bestimmen? Dennoch hat man die Schwingungen des elektrischen Pendels in Rechnung genommen, natürlich aber auch die wunderlichsten Resultate erhalten. Die analytischen Entwickelungen von Parrot *) sind durchaus fehlerhaft; Parrot wird zwar auf seinem Irrwege auf das Coulomb'sche Gesetz zurückgeführt, vertraut aber selbst diesem Ergebniss so

*) Gilbert, Annalen der Physik, Bd. 60. p. 28.

wenig, dass er meint, man müsse vorläufig das Simon'sche Gesetz bei elektrischen Versuchen zum Grunde legen. Von Yelin's Berechnungen *) sind eben so ungenügend; er findet ein complicirtes Gesetz heraus, das sich eben so sehr von dem Coulomb'schen, als von dem Simon'schen unterscheidet. Später hat Brandes gezeigt **), wie solche Versuche auf eine möglichst befriedigende Art zu berechnen sind. Brandes hat alle Elemente mit in Rechnung gezogen, die der Berechnung fähig waren; seinen analytischen Ausdrücken stehen also nur meine oben ausgesprochenen Einwürfe entgegen, und diese sind nicht wegzuräumen. Wendet man die von Brandes gefundenen Ausdrücke auf die Beobachtungen von v. Yelin an, so stimmen Erfahrung und Berechnung eben so wenig überein, wenn der Exponent der Potenzen von den Entfernungen, denen die elektrischen Kräfte umgekehrt proportional seyn sollen, zu 1, als wenn er zu 2, oder zu $1\frac{1}{2}$ angenommen wird, wie mich Berechnungen gelehrt haben, die ich hier der Kürze wegen nicht mittheile. Die Erfahrung vereinigt sich also mit der theoretischen Betrachtung, um über derartige Versuche in soweit das Verwerfungsurtheil auszusprechen, als sie dienen sollen, irgend ein elektrisches Anziehungs- und Abstoſsungsgesetz zu bestätigen oder zu bestreiten.

Parrot hat noch folgende Versuche angestellt und berechnet, die ebenfalls zurückgewiesen werden müssen. Eine Zambonische Säule von 800 Platten

*) Die oben angeführte Schrift.

**) Schweigger u. Meinecke, Journal, neue Reihe, Bd. 5. p. 45 sq.

paaren würde in 8 gleiche Theile zertheilt. Er lieſs nun erſt $\frac{1}{8}$, dann $\frac{2}{8}$, darauf $\frac{3}{8}$ u. ſ. f. wirken, und ſuchte durch ein Goldblatt-Elektrometer den Grad der jedesmaligen Spannung der Elektricität in der Säule zu beſtimmen. Bei einer vollkommenen Säule verhält ſich allerdings dieſe Spannung, wie es Parrot bei der Berechnung vorausſetzte, wie die Anzahl der Plattenpaare *). In der Wirklichkeit darf man aber dieſes nicht in aller Schärfe annehmen. Denn wer dürfte behaupten, daſs jedes Plattenpaar genau gleich viel Elektricität errege; daſs der Druck, unter welchem die Säule ſteht, immer derſelbe ſey; daſs die Scheiben vollkommen gut und gleich gut leiten; daſs die Erregung der Elektricität, während die Säule gehandhabt wird, ſtets gleichmäſsig vor ſich gehe? Alle dieſe Umſtände müſſen obiges Geſetz einer ſtarken Modifikation unterwerfen. Nun ſind ferner die Spannungen durch Grade eines Goldblatt-Elektrometers angegeben, wodurch die Verſuche ſich vollends der Berechnung gänzlich entziehen. Parrot hat, durchaus irrig, herausgebracht, daſs die elektriſche Spannung im Elektrometer dem Sinus des halben Abſtoſsungswinkels der Goldblättchen proportional ſey, und darnach ſeine Berechnung angeſtellt. Seine Reſultate ſind alſo eben ſo falſch, als ſeine Berechnung es iſt. Nur die Kraft, mit welcher die Goldblättchen zuſammenzufallen ſtreben, ſteht mit dem obigen Sinus in Proportion, wenn die Blättchen als vollkommene Priſmen, und der Widerſtand der Biegung = 0 genommen wird. Soll aber die elektriſche Spannung

*) Gilbert, Annalen der Phyſik, Bd. 53. p. 346 sq.

aus jenem Abstoſsungswinkel beurtheilt werden, ſo muſs man die Vertheilung der Elektricität auf der Oberfläche der Blättchen für jede Lage derſelben kennen, und daraus berechnen, mit welcher Kraft jeder Punkt des einen Blättchens jeden einzelnen Punkt des andern zurückſtöſst, wobei auch die Breite der Blättchen durchaus in Betracht zu ziehen iſt. Erſt nach Auflöſung dieſes ſehr ſchwierigen Problems kann die Sprache interpretirt werden, welche das Goldblatt-Elektrometer führt. Es wäre aber unverſtändig, die analytiſche Kunſt an einer ſo undankbaren Aufgabe zu verſchwenden, da die Beobachtungen an dieſem Elektrometer nie ſehr genau ſeyn können, und da in der unregelmäſsigen Form der Goldblättchen und des Leiters, woran ſie hängen, ſo wie in dem unbekannten Biegungscoëfficienten zwei nicht unbedeutende Elemente für die Berechnung verloren gehen. Das ſogenannte Goldblatt-Elektrometer wird darum ſchwerlich je etwas anderes, als ein Elektroſcop ſeyn.

Parrot hat noch eine dritte Art von Verſuchen mitgetheilt *). Er ladete eine Flaſche und unterſuchte ihre Spannung am Goldblatt-Elektrometer. Dann ladete er aus dieſer Flaſche eine zweite, gröſsere, und unterſuchte auch deren Spannung. Ich kann hier keine genauen Angaben aufſtellen, weil ich mich aus den mitgetheilten Beſtimmungen nicht zurechtzufinden weiſs; es müſſen nothwendig mehrere Fehler in ihnen enthalten ſeyn, die nur der Urheber verbeſſern kann. Parrot nahm nun an, daſs ſich die Elektricität unter die beiden Flaſchen nach dem Verhältniſſe ihrer Ober-

*) Gilbert, Annalen der Phyſik, Bd. 61. p. 274.

flächen vertheile, was ſchon bedeutend von der Wahrheit abweicht, da die eine Flaſche beinahe doppelt ſo groſs als die andere Flaſche war. Ferner wurde die Spannung wieder durch ein Goldblatt-Elektrometer gemeſſen, welches einen zweiten groſsen Fehler in die Reſultate der Beobachtungen brachte. Er gerieth darum auch auf das wunderliche Ergebniſs, daſs ſich die freie Elektricität durch die Berührung der Knöpfe der beiden Flaſchen um mehr als $\frac{1}{4}$ vergröſsere, was er in allem Ernſte für wahr hält. Solche Unrichtigkeiten können durch miſsverſtandene Verſuche zu Tage gefördert werden.

(Fortſetzung im nächſten Heft.)

VIII.

Ueber das Licht;

von

Herrn Fresnel.

(Fortsetzung der Abhandlung in Bd. 79. S. 328.)

Zu gröſserer Bestimmtheit wollen wir den Fall betrachten, wo die Strahlen, welche von einem einzigen leuchtenden Punkte divergirend ausgehen, an zwei leicht gegeneinander geneigten Spiegeln reflectirt werden, so daſs sie zwei Lichtbündel erzeugen, die sich unter einem geringen Winkel schneiden. Die beiden an diesen Spiegeln reflectirten Systeme von Lichtwellen kreuzen sich alsdann unter dem nämlichen Winkel, und wenn nun eine Halbwelle des ersten Systems in einem ihrer Punkte vollkommen übereinstimmt mit einer Halbwelle des zweiten Systems, die das Fluidum nach gleicher Richtung stöſst, so folgt aus jener geringen Neigung, daſs sich die erstere Halbwelle zur Rechten und Linken dieses Durchschnittpunktes von der letzteren entfernt, und ein wenig weiterhin, auf der einen Seite mit der Halbwelle zusammenfällt, die ihr vorhergeht, und entgegengesetzte Bewegung hat, und auf der andern Seite mit der, welche ihr folgt; alsdann entfernt sie (die Halbwelle im ersten System. *P.*) sich noch mehr und fällt in einem Abstande der doppelt so groſs ist, wie der erste, aufs Neue mit zwei Halbwellen (im 2ten Systeme. *P.*) zusammen,

deren Impulse in gleicher Richtung mit den übrigen wirken. Hiedurch entſteht auf der Oberfläche der erſten Welle eine Reihe gleichweit von einander liegender Linien, in welchen die Bewegung dieſer Welle durch die Wellen des andern Strahlenbündels abwechſelnd vernichtet und verſtärkt iſt. Fängt man alſo dieſe Lichtwelle mit einer weiſsen Papptafel auf, ſo muſs man auf dieſer, entweder eine Reihe dunkler und heller Streifen erblicken, wenn das Licht nahe homogen iſt, oder eine Reihe verſchiedenfarbiger Streifen, wenn man ſich des weiſsen Lichtes bedient.

Die Fig. 2 Taf. 10 wird das Geſagte leichter begreiflich machen. Sie zeigt einen Durchſchnitt der beiden Spiegel und der reflectirten Wellen, gemacht mit einer Ebene, die durch den leuchtenden Punkt gelegt iſt, und ſenkrecht ſteht auf den Projectionen der Spiegel in *ED* und *DF*. Der leuchtende Punkt liegt in *S*; *A* und *B* ſind die geometriſchen Orte ſeiner beiden Bilder und man beſtimmt ſie, indem man vom Punkte *S* auf die beiden Spiegel *ED* und *DF* die Perpendikel *SA* und *SB* fällt, und *PA* gleich *SP*, ſo wie *QB* gleich *SQ* nimmt; denn die ſo beſtimmten Punkte *A* und *B* ſind es, gegen welche die am erſten und zweiten Spiegel reflectirt werdenden Strahlen convergiren, nach dem bekannten Geſetze der Reflexion. Um alſo die Richtung des z. B. am Spiegel *DF* in irgend einem Punkte *G* reflectirt werdenden Strahles zu finden, iſt es hinreichend, die Gerade *BG* zu ziehen; dieſe Linie verlängert, wird den reflectirten Strahl darſtellen. Nun iſt zu merken, daſs nach der Conſtruction, die uns die Lage des Punktes *B* gegeben hat, die Abſtände *BG* u. *SG* gleich ſind, und daſs folglich der geſammte Weg, den

der von S ausgehende in b anlangende reflectirte Strahl zurückgelegt hat, durchaus dieselbe Länge besitzt, als wenn er vom Punkte B ausgegangen wäre. Wendet man diese geometrische Folgerung auf alle übrige von demselben Spiegel zurückgeworfenen Strahlen an, so sieht man, dass sie zu gleicher Zeit in den verschiedenen Punkten des Kreisbogens $n'bm$ anlangen müssen, der aus B, als Mittelpunkt, mit dem Radius Bb beschrieben wurde. Dieser Kreis wird also die Oberfläche *) der reflectirten, in b angekommenen, Welle darstellen, oder richtiger gesprochen, den Durchschnitt dieser Welle mit der Ebene der Figur. Die vom Spiegel ED zurückgeworfenen Wellen haben auf ähnliche Art ihren Mittelpunkt in A.

Um die beiden Systeme von reflectirten Wellen zu versinnlichen, sind (Fig. 2) um die Punkte A und B, als Mittelpunkte, zwei Reihen gleichweit von einander stehender Bogen beschrieben und die Zwischenräume derselben als gleich der Länge einer halben Welle angenommen worden. Um die Bewegung von entgegengesetzter Richtung zu unterscheiden, sind diejenigen Kreisbogen voll ausgezogen, auf welchen die

*) Ich nenne: *Oberfläche der Welle* diejenige Fläche, in der alle Punkte beständig auf gleiche Weise und zu gleicher Zeit erschüttert sind. Betrachtet man diese Oberfläche am Anfange, in der Mitte oder am Ende der Welle, so wird es diejenige Fläche seyn, worin die oscillatorische Bewegung Null ist; nimmt man sie hingegen in der Mitte der ersten und letzten Hälfte der Welle, so wird es die Fläche seyn, auf deren ganzen Ausdehnung die absolute (oscillatorische. *P.*) Bewegung der Aethertheilchen ihr (positives oder negatives. *P.*) Maximum erreicht.

Aethertheilchen, im Augenblicke wo man sie betrachtet, das Maximum der vorwärtsschreitenden Bewegung besitzen; gegentheils sind die Bogen punktirt, auf welchen die Aethertheilchen das Maximum der rückwärtsschreitenden Bewegung besitzen. Es folgt hieraus, daſs da, wo sich die punktirten Bogen mit den voll ausgezogenen durchschneiden, die Punkte des vollen Widerspruchs (Discordance) liegen, alſo auch die Mitten der dunklen Streifen; gegentheils geben die Durchschnittspunkte der ähnlichen Kreisbogen unter sich, die Punkte des völligen Einklanges, und folglich die Mitten der hellen Streifen. Durch die punktirten Linien *br*, *b'r'*, *b'r'* u. ſ. w. sind die entſprechenden Durchſchnitte der Bogen gleicher Art mit einander verbunden worden, ſo wie durch die vollen Linien *no*, *no*, *n'o'*, *n'o'* u. ſ. w. die entſprechenden Durchſchnitte der Bogen entgegengeſetzter Art. Dieſe bezeichnen die ſucceſſiven Lagen oder die Trajectorien von den Mitten der dunklen Streifen; dieſe die Trajectorien von den Mitten der hellen Streifen.

Man iſt genöthigt geweſen, in der Figur 2 ſowohl die wirkliche Länge der Lichtwellen, als auch die Neigung der beiden Spiegel gegen einander beträchtlich zu vergröſsern. Man hat hier alſo kein genaues Bild der Sache zu ſuchen, ſondern nur ein Mittel, um ſich den Vorgang bei der Interferenz von Wellen, die ſich unter einem merklichen (sensible) Winkel ſchneiden, zu verſinnlichen.

Es iſt aus ſehr einfachen geometriſchen Betrachtungen zu erſehen, daſs die Breite dieſer Streifen im umgekehrten Verhältniſſe der Gröſse des Winkels ſteht, unter welchem die beiden ſich interferirenden

Bündel gegen einander neigen, und, dafs der Abstand zwischen den Mitten zweier dunklen oder zweier hellen aufeinander folgenden Streifen gleich ist der Undulationslänge, dividirt durch den Sinus des Winkels, unter welchem die Strahlen sich durchkreuzen.

In der That kann das Dreieck (Fig. 2) *bni*, gebildet aus der geraden Linie *bi* und den beiden Kreisbogen *ni* und *nb*, wegen der Kleinheit dieser Bogen, als geradlinig und gleichschenklig angesehen werden; auch ist wegen der Kleinheit des Winkels *bni*, der Sinus dieses Winkels nahe gleich $\frac{ib}{bn}$, folglich ist *bn*, gleich *ib* dividirt durch diesen Sinus. Es stehen aber die Schenkel des Winkels *bni* senkrecht auf denen des Winkels *AbB*, in dem *bn* senkrecht ist gegen *Ab* und *ni* senkrecht gegen *Bb*; folglich sind diese beiden Winkel gleich, und man kann einen statt des andern setzen. Bezeichnet man also mit *i* den Winkel *AbB*, unter welchem sich die reflectirten Strahlen durchkreuzen, so hat man: $bn = \frac{ib}{\sin i}$ und folglich wird *nn*, was doppelt so grofs ist als *bn*, gleich seyn $\frac{2\,ib}{\sin i}$. Aber *nn* ist der Abstand zwischen den Mitten zweier aufeinander folgender dunkler Streifen und ist also das, was wir Breite des Streifens genannt haben. Da *ib*, der Construction nach, gleich ist der Länge einer halben Undulation, so ist 2 *ib* gleich der Länge einer ganzen Undulation; und folglich ist die Breite eines Streifens in der That gleich der Länge einer Undulation, dividirt durch den Sinus des Winkels, den die reflectirten Strahlen unter sich machen. Dieser Winkel ist zugleich derjenige, unter dem man den Zwi-

schenraum AB beider Bilder des leuchtenden Punktes erblicken würde, wenn man das Auge nach b versetzt hätte. Eine andere, mit dieser gleichwerthige, Formel findet sich, wenn man erwägt, daſs die beiden Dreiecke bni und AbB einander ähnlich sind; dieſs giebt die Proportion $bn : bi :: Ab : AB$, woraus man zieht:

$$bn = \frac{bi \times Ab}{AB} \text{ oder } 2\,bn = \frac{2.\,bi \times Ab}{AB}$$

das will ſagen: die Breite eines Streifens iſt gleich der Länge einer Undulation, multiplicirt durch den Abſtand der Bilder A und B von der Ebene, in der man die Streifen miſst, und dividirt durch den Abſtand zwiſchen dieſen beiden Bildern.

Der bloſse Anblick der Fig. 2 zeigt, warum es nöthig iſt, daſs die beiden Spiegel faſt in einer Ebene ſtehen müſſen, wenn man Streifen von etwas merklicher Breite erhalten will; deshalb nämlich, weil in dem kleinen Dreieck bni, die Seite bi, die die Länge einer halben Undulation darſtellt, z. B. für die gelben Strahlen, noch kaum $\frac{1}{2000}$ eines Millimeters beträgt und folglich die Seite bn, welche die halbe Breite eines Streifens miſst, nur in dem Falle beträchtlich werden kann, daſs bn einen ſehr kleinen Winkel mit ib macht, weil alsdann der Durchſchnittspunkt dieſer Linien ſich von bi entfernt. Nun iſt die Neigung von bn gegen in nahe die nämliche, wie die des Spiegels DF gegen die Verlängerung DP des Spiegels DE, wenn $Db = DS$.

Wenn A und B, ſtatt Bilder des leuchtenden Punktes zu ſeyn, die Projectionen zweier ſehr feiner in dem Schirme RN angebrachter Schlitze vorſtellen, durch welche die Strahlen eines leuchtenden Punktes eindringen, der ſich jenſeit dieſes Schirmes auf der

Verlängerung der mittleren Linie bDC befindet; so ist es, um den Unterschied im Gange der Strahlen zu bekommen, hinlänglich, die von diesen durchlaufenen Wege von A und B an zu zählen, weil die Wege von dem leuchtenden Punkte bis zu jedem der Schlitze A oder B einander gleich sind. Man sieht auch, daſs die Rechnung, welche wir so eben über die Breite der Streifen gemacht haben, auf diesen Fall noch anwendbar bleibt, sobald nur jeder der Schlitze hinlänglich schmal ist, um in Bezug auf die inflectirten Strahlen, welche er aussendet, als einfacher (unique) Undulationsmittelpunkt angesehen werden zu können. Man kann sagen: die Breite der durch zwei sehr feine Schlitze erzeugten Streifen, sey gleich der Länge einer Undulation, multiplicirt mit dem Intervall zwischen den beiden Schlitzen und dividirt durch den Abstand des Schirmes von dem Mikrometerfaden, der zum Messen der Streifen gebraucht wird.

Diese Formel bleibt auch auf die dunklen und hellen Streifen, die man im Schatten eines schmalen Körpers wahrnimmt (wobei man die Breite dieses Körpers für den Zwischenraum zu setzen hat, der die beiden Schlitze trennt), so lange anwendbar, als diese Streifen von den Rändern des Schattens hinlänglich entfernt liegen. Sobald sie aber diesen sehr nahe kommen, zeigt die Theorie gleich wie die Beobachtung, daſs diese Formel das Phänomen nicht mehr mit hinlänglicher Annäherung darstellt. Dieſs rührt daher, daſs diese Formel im Allgemeinen weder für die Streifen, in welche die Schatten schmaler Körper zerfallen (qui subdivisent les ombres étroites), noch für die bei zwei Schlitzen, vollkommen genau ist, sondern bloſs

für die von zwei Spiegeln erzeugten Streifen, welche den einfachsten Fall der Interferenz zweier leicht gegeneinander geneigten Strahlen darbieten. Um für die ersten beiden Fälle die Lage der dunklen und hellen Streifen mit Schärfe aus der Theorie abzuleiten, hat man nicht bloſs die Wirkungen von *zwei* Wellensystemen, sondern von einer Unendlichkeit solcher Gruppen zu berechnen, und zwar nach einem Principe, welches wir bei Auseinandersetzung der allgemeinen Theorie der Lichtbeugung erklären werden.

Um die zur Bildung der Streifen nöthigen Bedingungen vollends anzugeben, bleibt es mir noch übrig zu zeigen, weshalb man bei den Lichtbeugungsversuchen einen leuchtenden Punkt gebrauchen muſs und nicht einen leuchtenden Gegenstand von groſser Ausdehnung. Wir wollen zu dem Ende wieder die innern Streifen im Schatten eines schmalen Körpers betrachten; es wird leicht seyn, analoge Schlüſse auf alle übrige Erscheinungen der Lichtbeugung anzuwenden.

Die Mitte des mittleren Streifen, welche stets aus Strahlen gebildet ist, die gleichzeitig von dem leuchtenden Punkt ausgehen, muſs sich auf der durch diesen Punkt und durch die Mittellinie des schmalen Körpers gelegten Ebene befinden; denn da dieſs, und jenseits dieser Ebene alles symmetrisch ist, und also die sich in derselben vereinigenden Strahlen gleiche Wege durchlaufen haben, so müſsen sie auch daselbst zu gleicher Zeit anlangen, wenigstens dann, wenn sie nicht durch verschiedene Media hindurch gegangen sind, was wir hier nicht voraussetzen. Ist die Lage des mittleren Streifens bestimmt, so ist es die der übrigen

auch. Nun begreift man, dafs wenn der leuchtende Punkt fich ein wenig verrückt, zum Beifpiel ein wenig nach der Rechten, alsdann die Ebene, von der wir fprachen, fich gegen die Linke neigen und alle Franzen mit fich führen wird, die den mittleren Streifen begleiten. Anftatt eine Ortsveränderung des leuchtenden Punktes vorauszufetzen, wollen wir annehmen, dafs wir es mit einem leuchtenden Gegenftand von merklichen Dimenfionen zu thun haben (supposons qu'il (le point) ait des dimensions très sensibles); dann wird jeder der leuchtende Punkte aus welchen derfelbe befteht, eine Gruppe von Streifen bilden und die Lagen diefer Gruppen werden um fo mehr von einander abweichen, als diefe Punkte mehr von einander abftehen. Wenn diefe Abftände beträchtlich find, d. h. wenn der leuchtende Gegenftand (point) etwas grofs ift, fo können die Franzen der verfchiedenen Gruppen, indem fie über einander greifen, fich gegenfeitig vernichten. Deshalb mufs man bei Interferenz-Verfuchen, bei welchen fich, wie bei den Diffractions-Erfcheinungen, die Strahlen unter merklichen Winkeln kreuzen, einen fehr kleinen leuchtenden Punkt anwenden, wenn man die Wirkung ihres gegenfeitigen Einfluffes auf einander wahrnehmen will; und diefer Punkt mufs um fo kleiner feyn, als die Strahlen fich unter einem gröfseren Winkel fchneiden.

Wie klein auch der leuchtende Gegenftand (point) feyn mag, fo ift er doch in Wirklichkeit ftets aus einer unendlichen Anzahl von Undulationsmittelpunkten zufammengefetzt; und von jeden diefer Mittelpunkte gilt das nämliche, was wir bisher von dem leuchtenden Punkt gefagt haben. So bald diefe Mit-

telpunkte aber, in Bezug auf die Breite der Franzen, sehr wenig von einander abstehen, begreift man, dass die verschiedenen Gruppen der von ihnen erzeugten Franzen, anstatt sich auf eine regellose Art zu mischen, fast genau sich übereinanderlagern und weit entfernt sich gegenseitig zu vernichten, vielmehr einander verstärken.

Wenn die beiden sich interferirenden Wellensysteme parallel liegen, so muss der Abstand zwischen ihren correspondirenden Punkten auf einem grossen Theil der Oberfläche der Wellen der nämliche bleiben, d. h. in anderen Ausdrücken, die Franzen erhalten eine fast unbestimmte Breite *), und eine ziemlich beträchtliche Ortsveränderung des Undulationsmittelpunkts bewirkt keine merkliche Veränderung in dem Grade des Accordes oder Discordes ihrer Schwingungen. Deshalb ist es in diesem Falle nöthig einen so kleinen leuchtenden Gegenstand anzuwenden, wenn man den gegenseitigen Einfluss der Strahlen wahrnehmen will.

Man wird nun begreifen, weshalb die Lichtstrahlen, obgleich sie beständig einen gewissen Einfluss auf einander ausüben, diesen dennoch so selten und nur

*) Dass die farbigen Ringe, welche durch die Interferenz zweier fast paralleler Wellensysteme erzeugt werden, oft in ziemlich engem Raum, Abwechslungen von hellen und dunklen Streifen darbieten, wie die Franzen, diess rührt bloss daher, dass die Luftschicht, zwischen den beiden sich berührenden Gläsern, nicht überall dieselbe Dicke hat; diess ändert den Unterschied im Gange derjenigen Strahlen ab, die an der ersten und zweiten Oberfläche der Luft reflectirt werden und durch ihre gegenseitige Interferenz die dunklen und hellen Streifen erzeugen.

in so besonderen Fällen zeigen; nämlich deshalb, weil um diesen Einfluss sichtbar zu machen es nöthig ist:

1) Dass die Lichtstrahlen, welche sich interferiren, von einer gemeinschaftlichen Quelle ausgegangen seyen.

2) Dass sie in ihrem Gange nur um eine ziemlich beschränkte Anzahl von Undulationen von einander abweichen; selbst wenn das angewandte Licht sehr homogen ist.

3) Dass sie sich nicht unter einem zu grossen Winkel kreuzen, weil sonst die Franzen so schmal werden, dass sie mit der stärksten Loupe nicht mehr wahrgenommen werden können.

4) Dass, sobald diese Strahlen nicht parallel sind und unter sich einen merklichen Winkel bilden, der leuchtende Gegenstand sehr kleine Dimensionen habe, und zwar um so geringere, als dieser Winkel beträchtlicher ist.

Ich habe geglaubt, die Theorie der Interferenzen etwas umständlich auseinander setzen zu müssen, weil sie bei Berechnung der interessantesten Gesetze in der Optik von einer häufigen Anwendung ist. Vielleicht wird man, im ersten Augenblick, die Betrachtungen, auf welche sie sich gründet, ein wenig delicat und schwer zu begreifen finden, ungeachtet ich alles ausführlich entwickelt habe. Wenn man aber einige Zeit über sie nachdenkt, wird man sehen, dass sie im Grunde sehr einfach ist, und es wird leicht gelingen sich mit ihrer Anwendung vertraut zu machen.

Um die Aufstellung der Grundsätze zu vollenden, auf welchen die allgemeine Theorie der Lichtbeugung beruht, bleibt es mir noch übrig, von dem Huygenschen Theorem zu sprechen, der mir eine strenge

Folgerung aus der Lehre von den Undulationen zu seyn scheint.

Dieser Lehrsatz läſst sich so ausdrücken: die Schwingungen einer Lichtwelle in jedem ihrer Punkte, können betrachtet werden, als die Resultante der Elementarbewegungen, die im nämlichen Augenblicke dahin gesandt würden, wenn sie isolirt wirkten; alle Theile der Welle in irgend einer ihrer vorhergehenden Lagen betrachtet.

Es ist eine Folge des Principes der Coëxistenz kleiner Bewegungen, daſs die in irgend einem Punkte einer elastischen Flüssigkeit durch mehrere Erschütterungen bewirkten Schwingungen, gleich sind, der *statischen* Resultante aller, in dem nämlichen Augenblicke, von verschiedenen Oscillationsmittelpunkten, nach diesem Punkte abgeschickten Geschwindigkeiten; wie auch immer diese Erschütterungen ihrer Anzahl, ihrer respectiven Lage, ihrer Natur und der Zeit ihres Beginnes nach, verschieden seyn mögen. Dieses Princip muſs, da es allgemein ist, sich auf jeden besonderen Fall anwenden lassen. Ich werde voraussetzen, daſs diese in unendlicher Anzahl vorhandenen Erschütterungen, gleiche Natur besitzen, gleichzeitig Statt finden, an einander gränzen, und sämmtlich auf einer Ebene oder einer Kugelfläche liegen. Ich mache ferner noch eine Hypothese in Bezug auf die Natur dieser Erschütterungen. Ich nehme an, daſs die den Molekeln eingepflanzten Geschwindigkeiten sämmtlich gleiche Richtung besitzen, senkrecht auf der Kugelfläche, daſs sie überdieſs den Condensationen propor-

tional ſind und in einem ſolchen Verhältniſs, daſs die Molekel keine rückgängige Bewegung haben können. Auf dieſe Art werde ich alſo aus ſämmtlichen partiellen Erſchütterungen eine abgeleitete Welle wieder zuſammengeſetzt haben. Es läſst ſich alſo mit Wahrheit ſagen, daſs die Schwingungen einer Lichtwelle, in jedem ihrer Punkte, betrachtet werden können, als die Reſultante aller Elementarbewegungen, welche in demſelben Augenblick dahin geſandt würden, wenn ſie iſolirt wirkten; alle Theile dieſer Welle in irgend einer ihrer vorgehenden Lagen betrachtet.

Da die Intenſität der urſprünglichen Welle gleichförmig iſt, ſo folgt, aus dieſer theoretiſchen Betrachtung wie aus allen andern, daſs dieſe Gleichförmigkeit ſich beim Fortgange der Welle erhält, ſo bald nicht ein Theil der Welle in Bezug auf die anliegenden Theile aufgefangen oder verzögert wird; indem die erwähnte Reſultante der Elementarbewegungen für alle Punkte dieſelbe iſt. Wenn aber ein Theil der Welle durch Zwiſchenſetzung eines undurchſichtigen Körpers aufgefangen wird, ſo wird die Intenſität eines jeden Punktes veränderlich ſeyn mit ſeinem Abſtande vom Rande des Schattens; beſonders werden dieſe Veränderungen in der Nachbarſchaft der tangirenden Strahlen beträchtlich ſeyn.

Es ſey *C* (Fig. 3) der leuchtende Punkt, *AG* der Schirm, *AME* die in *A* angelangte und von dem undurchſichtigen Körper zum Theil aufgefangene Welle. Ich nehme an ſie ſey in eine unendliche Menge kleiner Bogen Am', $m'm$, mM, Mn, nn', $n'n''$, u. ſ. w. eingetheilt. Um die Intenſität derſelben im Punkte *P*, in

irgend einer ihrer folgenden Lagen *BPD* zu erhalten, muſs man die Reſultante aller Elementarwellen ſuchen, welche jedes dieſer Stücke der urſprünglichen Welle dahin ſenden würde, wenn es allein wirkte.

Da die Impulſe, welche allen Theilen der urſprünglichen Welle mitgetheilt worden, nach der Normale gerichtet ſind, ſo müſſen die Bewegungen, welche ſie dem Aether einzupflanzen trachten, in dieſer Richtung intenſiver ſeyn, wie in allen übrigen; und die Strahlen, welche aus dieſen hervorgehen, wenn ſie iſolirt wirken, werden um ſo ſchwächer ſeyn, als ſie ſich mehr von dieſer Richtung entfernen.

Die Unterſuchung über das Geſetz, nach welchem um jeden Erſchütterungsmittelpunkt herum die Intenſität der Strahlen variirt, würde ohne Zweifel groſse Schwierigkeiten darbieten; glücklicherweiſe aber haben wir nicht nöthig, dieſes Geſetz zu kennen, denn es iſt leicht zu ſehen, daſs die Wirkungen dieſer Strahlen ſich faſt gänzlich zerſtören, ſo bald ſie merklich gegen die Normale neigen, ſo daſs wir diejenigen Strahlen, welche auf eine merkbare Weiſe auf die von einem jeden Punkt *P* empfangene Lichtmenge Einfluſs haben, als nahe von gleicher Intenſität betrachten können*).

*) Wenn der Erſchütterungsmittelpunkt eine Condenſation erlitten hat, ſo ſtrebt die Expanſivkraft die Molekel nach allen Richtungen fortzuſtoſsen, und, daſs dieſe keine rückgängige Bewegung haben, rührt einzig daher, daſs ihre vorwärts ſchreitenden Geſchwindigkeiten zu Anfange, diejenigen zerſtören, welche ihnen rückwärts die Expanſion einzuprägen trachtet. Es folgt aber hieraus nicht, daſs die Erſchütterung nur in Richtung der urſprünglichen Geſchwindigkeit fortgepflanzt werden könnte; denn die Expanſivkraft vereinigt ſich z. B. in ſenkrechter

In der That, betrachte man die Strahlen *EP*, *FP*, *IP*, die merklich geneigt sind (gegen die Normale der Welle (*P*)) und in dem Punkte *P* zusammenlaufen, welchen ich um eine grosse Anzahl von Undulationen von der Welle *EA* entfernt annehme. Man nehme die beiden Bogen *EF* und *FI* von einer solchen Länge, dass die Unterschiede: *EF* — *FP* und *FP* — *IP* gleich werden einer halben Undulation. Wegen der merklich schiefen Lage der Strahlen, und wegen der Kleinheit einer halben Welle in Bezug auf die Länge dieser Strahlen, werden jene Bogen nahe gleich und die von ihnen nach dem Punkte *P* gesandten Strahlen nahe parallel seyn; so dass vermöge des Unterschiedes von einer halben Undulation der zwischen den correspondirenden Strahlen beider Bogen da ist, die Wirkungen derselben sich gegenseitig zerstören.

Richtung mit dem primitiven Impulse, ohne dass ihre Wirkungen dadurch geschwächt werden. Es ist klar, dass die so erzeugte Welle, in den verschiedenen Punkten ihres Umfanges eine verschiedene Intensität haben muss; nicht bloss wegen des anfänglichen Impulses, sondern auch weil die Condensationen um den Mittelpunkt des erschütterten Theiles nicht einem und demselben Gesetze unterworfen sind. Indess müssen die Verschiedenheiten in der Intensität der abgeleiteten Welle nothwendig einem Stetigkeitsgesetze unterworfen seyn und folglich in einem sehr kleinen Winkelraum, als unmerklich betrachtet werden können, vor allem nahe um die Normale der erzeugenden Welle; denn die anfänglichen Geschwindigkeiten der Molekel, in Bezug auf irgend eine Richtung, sind proportional dem Cosinus des Winkels, welchen diese Richtung mit der Normale bildet und diese Componenten verändern sich in einem viel geringerem Verhältnisse als der Winkelraum, wenn er nur wenig beträchtlich ist.

Man kann alſo annehmen, daſs alle Strahlen, welche die verſchiedenen Theile der urſprünglichen Welle *AE* zum Punkte *P* abſchicken, von gleicher Intenſität ſind; weil diejenigen Strahlen, für welche allein dieſe Hypotheſe ungenau ſeyn würde, keinen merklichen Einfluſs auf die Lichtmenge haben, die jener Punkt empfängt. Aus demſelben Grunde und wegen der Kleinheit des Winkels, den die Strahlen unter ſich machen, kann man auch, um die Berechnung der Reſultante aller dieſer Elementarwellen zu vereinfachen, die ſchwingende Bewegung derſelben als in nämlicher Richtung geſchehend betrachten; ſo daſs die Aufgabe auf diejenige zurückkommt, welche ich in meiner ſchon erwähnten Abhandlung über die Diffraction aufgelöſst habe, nämlich: *die Reſultante zu finden von irgend einer Anzahl Syſteme von parallelen Lichtwellen, die gleiche Länge haben, und deren Intenſitäten und relative Lagen bekannt ſind.* Die Intenſitäten ſind hier proportional der Länge der kleinen leuchtenden Bogen, und die relativen Lagen ſind gegeben durch die Unterſchiede der durchlaufenen Wege.

Wir haben, eigentlich, nur den Durchſchnitt der Welle betrachtet, gemacht durch eine Ebene, die auf dem Rande des in *A* projicirten Schirmes ſenkrecht ſteht. Jetzt wollen wir die Welle nach ihrer ganzen Ausdehnung betrachten, und ſie uns in unendlich dünne Secteren getheilt denken, durch Meridiane, die gleichweit von einander und ſenkrecht auf der Ebene der Figur ſtehen. Auf dieſe kann man alsdann dieſelben Schlüſſe anwenden, die wir ſo eben für einen Durchſchnitt der Welle gemacht haben, und

so beweisen, dass die Strahlen von einer vorwaltenden Neigung (gegen die Normale (P.)) sich gegenseitig zerstören.

Da diese mit dem Rande des Schirmes parallelen Sectoren, in dem uns beschäftigenden Falle, wo die Lichtwelle bloss an einer Seite aufgefangen wird, sämmtlich nur eine ausserordentlich geringe Ausdehnung besitzen; so wird die Intensität der Resultante von allen Vibrationen, welche die Sectoren nach dem Punkte P absenden, für jeden dieser Sectoren die nämliche seyn. Denn die Strahlen, welche von diesen Sectoren ausfliessen, müssen als von gleicher Intensität betrachtet werden, wenigstens in dem sehr geringen Theile der Erzeugungswelle, welcher einen merklichen Einfluss auf das nach P gesandte Licht hat. Ueberdiess wird offenbar jede Elementarresultante um die nämliche Grösse zurückstehen, in Bezug auf den Strahl, welcher von einem Punkte des Sectors ausgeht, der dem Punkte P am nächsten ist, d. h. von dem Punkte, in welchem der Sector die Ebene der Figur schneidet. Mithin werden die Intervalle zwischen diesen Elementarresultanten gleich seyn den Unterschieden in den Wegen, durchlaufen von den in der Ebene der Figur liegenden Strahlen AP, $m'P$, mP, und ihre Intensitäten werden proportional seyn den Bogen Am', $m'm$, mA u. s. w. Um die allgemeine Resultante derselben zu erhalten, muss man also die nämliche Rechnung machen, zu der wir schon geführt wurden, als wir nur den Durchschnitt der Welle mit einer auf dem Rand des Schirmes senkrecht stehenden Ebene betrachteten *).

*) So lange der Rand des Schirmes geradlinig ist, reicht es zur

Man kann sich jetzt eine klare Idee von der Methode machen, die man zu befolgen hat, um die Lage und Intensität der dunklen und hellen Streifen unter den verschiedenen Umständen zu berechnen, unter welchen man sich vornimmt, die Theorie mit der Erfahrung zu vergleichen. Wenn der Schirm sich zur Seite unbegränzt erstreckt, oder wenigstens so breit ist, daſs die von dieser Seite herkommenden Strahlen vernachläſsigt werden können, so sucht man für jeden Punkt *P* (Fig. 5), welcher da liegt, wo man die Streifen beobachtet, die Resultante aller Elementarwellen, welche bloſs von dem Theile *AMF* der einfallenden Welle herrühren, und vergleicht man alsdann die Intensitäten, die man für die verschiedenen Punkte *P*, *P'*, *P''*... erhält, so bestimmt man die Lage der dunkelsten und hellsten Punkte. Auf diese Art findet man in dem uns beschäftigenden Falle, wo der Schirm sich zur Seite ohne Gränzen erstreckt: 1) daſs die Lichtintensität von der Tangentialebene *CAB* ab, nach dem Schatten (onde) hinein, schleunig abnimmt, *und zwar um so schleuniger, als die Länge der Undula-*

Bestimmung der Lage der dunklen und hellen Streifen, und deren relativen Intensitäten hin, den Durchschnitt der Welle mit einer auf dem Schirmrand senkrechten Ebene zu betrachten; wenn er aber gekrümmt oder aus mehreren geraden Linien zusammengesetzt ist, die unter sich beliebige Winkel machen, so wird es nothwendig, nach zwei auf einander rechtwinkligen Richtungen oder im Kreise um den betrachteten Punkt zu integriren. Diese letzte Methode ist in einigen besonderen Fällen einfacher, z. B. wenn es sich darum handelt, die Lichtintensität in der Projection des Mittelpunktes eines Schirmes oder einer kreisförmigen Oeffnung zu berechnen.

tion geringer ist, und auf eine stetige Weise, ohne jene Maxima und Minima zu zeigen, welche die dunklen und hellen Streifen ausmachen; 2) daſs auſserhalb des Schattens die Lichtintensität, nachdem sie bis zu einem gewiſsen Punkt, den man das *Maximum* erster Ordnung nennen kann, beträchtlich angewachsen ist, abnimmt, bis zu einem Punkt, der das *Minimum* erster Ordnung ist, um von Neuem bis zu einem zweiten Maximum zu steigen, dem wieder ein zweites *Minimum* folgt und so fort; 3) daſs keins der *Minima* gleich Null ist, wie in den Streifen, die durch Zuſammenwirken zweier Lichtbündel von gleicher Intensität erzeugt werden; und daſs die Differenz zwischen den Maxima und *Minima* geringer wird in dem Maaſse, als man sich von dem Schatten entfernt; Letzteres erklärt, warum die Streifen, welche die Schatten einfaſsen, bei einem homogenen Lichte weniger hervorstechend und weniger zahlreich sind, als diejenigen, welche man mit den zuſammengefügten Spiegeln erhält, und bei weiſsem Lichte viel weniger lebhafte Farben darbieten; 4) daſs die Intervalle zwischen diesen *Maxima* und *Minima* ungleich sind, und kleiner werden in dem Maaſse, als man sich vom Schatten entfernt und zwar nach Verhältniſsen, die sich bei einigem Abstande vom Schirme, wo man die Streifen miſst, nicht verändern; 5) daſs die *Maxima* und *Minima* derselben Ordnung, berechnet bei verschiedenen Abständen von dem Schirm auf Hyperbeln von einer merklichen Krümmung liegen, die den Rand des Schirmes und den leuchtenden Punkt zu Brennpunkten haben. Alle diese Folgerungen aus der Theorie sind durch die Erfahrung bestätigt.

Die allgemeine Formel giebt die Lage der *Maxima* und der *Minima* für jeglichen Abstand des leuchtenden Punktes vom Schirme und des Schirmes vom Mikrometer an, sobald man die Undulationslänge des angewandten Lichtes kennt. Um die Theorie auf eine entscheidende Probe zu stellen, habe ich die Undulationslänge, nicht aus einigen Messungen an äusseren Streifen bestimmt und hernach auf die Berechnung der Beobachtungen derselben Art angewandt, sondern aus einem Diffractionsversuche von ganz verschiedener Natur abgeleitet. Nachdem ich ihre Richtigkeit vorläufig auf die von zwei Spiegeln erzeugten Streifen geprüft hatte, deren Breite sie wenigstens bis auf ein Hundertel darstellte, habe ich sie mit 125 Messungen von äusseren Streifen verglichen, welche unter sehr verschiedenartigen Umständen gemacht worden waren, da der Abstand des leuchtenden Punktes in ihnen von einen Decimeter bis zu 6 Meter, und der Abstand des Schirmes vom Mikrometer, von 2 Millimeter bis zu 4 Meter abwechselte. In allen diesen Fällen stimmten die Resultate der Rechnung auf eine sehr genügende Art mit denen der Beobachtung überein, wie man aus der vergleichenden Tafel p. 339 und 543 im 11t. Bande der Annales de chimie et phys. ersehen kann.

Wenn der Schirm auf einer Seite sich nicht bis ins Unbestimmte auszudehnt, sondern so schmal ist, dass das bis zur Mitte seines Schattens gebeugte Licht noch nicht zu sehr geschwächt wird durch die rasche Abnahme der Intensität, welche die Schiefe der Strahlen erzeugt; so muss man in der Berechnung zugleich die Strahlen von *beiden* Seiten des Schirmes berücksichtigen, und

für jeden Punkt des Schattens die allgemeine Resultante aller Elementarwellen suchen, welche nach diesem hin, die verschiedenen Punkte der beiden an der Rechten und Linken des Schirmes liegenden Theile der ursprünglichen Welle absenden. Man findet auf diese Art, dass das Innere des Schattens getheilt seyn muss durch eine Reihe dunkler und heller Streifen, deren Breite und verschiedene Lage nahe gleich der ist, die man aus der schon vorhin gegebenen Annäherungsformel für die nämlichen Strahlen ableiten kann, wenn sie von dem Rande des Schattens noch durch einen Zwischenraum von mehreren Streifenbreiten getrennt sind. Wenn aber der Schirm (corps opaque) hinreichend schmal ist, und das Mikrometer von diesem weit genug absteht, damit die beobachteten Streifen den äussern Streifen sehr nahe sind, so zeigt sowohl die Rechnung nach der so eben auseinandergesetzten Methode, als auch die Erfahrung, dass diese Formel nicht mehr genau ist. Auch zeigt die Rechnung mit einer merkwürdigen Treue die besonderen Störungen, welche die äussern Streifen in dem Falle erleiden, wenn die andern Streifen zum Schatten hinaustreten und sich gewissermassen mit ihnen mischen.

Ich habe ferner die Theorie geprüft auf die Streifen, die durch eine schmale Oeffnung von unbestimmter Länge erzeugt werden, indem ich für die verschiedenen von dem Lichtbündel erleuchteten Punkte die Resultante suchte von allen Elementarwellen, die von dem innerhalb der Breite der Oeffnung liegenden Theilen der ursprünglichen Welle ausgehen, und ich habe ebenfalls eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen der Rechnung und der Beobachtung gefun-

den, felbst unter Umständen, wo die so erzeugten Streifen das wunderlichste und regelloseste Ansehen besaßen.

Hierauf habe ich auch in der Berechnung auf die größere oder geringere Dicke der Ränder des Schirmes Rücksicht genommen, aber bloß in Bezug auf den Theil der Welle, welcher noch Elementarstrahlen nach dem Punkte senden kann, für welchen die Intensität berechnet wurde; und der Schirm hatte hier keine andere Verrichtung, als einen Theil der Welle aufzufangen. Deshalb ist das Resultat des Calculs unabhängig von der Natur und Masse dieses Körpers, so wie von der Dicke seiner Ränder. Dessenungeachtet, wenn die Oberfläche desselben sehr groß war, dürfte man nicht annehmen, daß die ursprüngliche Welle im Augenblick, wo sie dieselbe verließ, noch keine Veränderung erlitten hätte, sondern man müßte in der Rechnung die kleinen Streifen berücksichtigen, welche schon bei ihrem Vorübergange an den vordern Theilen entstanden seyn würden. Sobald aber die Ränder geringe Dicke, oder im Sinne dieser merkliche Krümmung haben, sind die auf diesem Wege erzeugten Streifen so schmal, daß man sie vernachlässigen, und die ausfahrende Welle, im Augenblick, wo sie den Schirm verläßt, nach ihrer ganzen Ausdehnung als von gleicher Intensität betrachten kann, vor Allem, wenn man die Lichtintensitäten für einen etwas großen Abstand von jenem Körper berechnet. Man darf nicht aus den Augen verlieren, daß unsere Diffractionsformeln, zufolge der Schlüsse, auf welchen sie beruhen, nur dann hinreichend genau sind, wenn dieser Abstand in Bezug auf die Länge einer Licht-

welle sehr beträchtlich ist; diess erlaubt die Strahlen von einer vorwaltenden Schiefe zu vernachlässigen, und alle diejenigen, welche auf eine wirksame Art zum Resultate beitragen, als von gleicher Intensität zu betrachten. Man wird sich dessenungeachtet nicht wundern, dass dieselben Formeln die Lage der Streifen noch bei kleinen Abständen vom Schirm (wenn dessen Ränder nicht sehr dick sind) mit ziemlicher Genauigkeit geben können, wenn man bedenkt, dass die mittlere Länge der Lichtwellen kaum ein Zweitausendtel eines Millimeters beträgt, also zwei oder drei Millimeter schon sehr bedeutende Gröfsen in Bezug auf diese sind.

Wir kommen jetzt zur Betrachtung der drei hauptsächlichsten Arten von Erscheinungen, die die Lichtbeugung darbietet, wenn die Ränder des Schirmes, oder der im Schirme gemachten Oeffnung, hinreichend grofs sind, damit ihre Extremitäten keinen Einfluss auf den Theil der Streifen haben, die man untersucht. Alsdann reicht es hin, dass die von der Formel angezeigte Integration, welche die Endresultante (resultante générale) aller Elementarwellen giebt, senkrecht auf dem Rand des Schirmes genommen werde, um die Lage und relativen Intensitäten der hellen und dunklen Streifen zu bestimmen. Wenn aber der Schirm und die Oeffnung nach allen Richtungen geringe Ausdehnung haben, so wird es nöthig, zugleich nach zweien Richtungen zu integriren. Die Resultate dieser Rechnung stimmen ebenfalls vollkommen mit den Beobachtungen überein; ich werde darüber zwei merkwürdige Beispiele anführen.

Wenn der Schirm kreisrund ist, so führt die Rechnung zu dem sonderbaren Resultat, dass der Mittelpunkt seines Schattens eben so erhellt ist, als wenn der Schirm nicht vorhanden wäre. Hr. Poisson war es, der mich auf diese sich aus meinen Formeln ergebende Folge aufmerksam machte, die ich zuvor übersehen hatte, obgleich sie sich unmittelbar aus der Theorie durch sehr einfache geometrische Betrachtungen ableiten liess. Hr. Arago hat sie verificirt mit dem Schatten von einem Schirm, der 2 Millimeter Durchmesser hatte, vollkommen rund, und auf einer Glasplatte von parallelen Flächen befestigt war. Das Resultat des Versuches hat vollkommen die von der Theorie im Voraus angezeigte Thatsache bestätigt. Es ist von dem Schatten nur der Mittelpunkt selbst, welcher diese Eigenschaft besitzt, und die nämliche Helligkeit (clarté) breitet sich von diesem mathematischen Punkt nur dann auf einen merklichen Abstand aus, wenn der Schirm einen kleinen Durchmesser besitzt und man seinen Schatten in einem ziemlich grossen Abstand beobachtet. Je breiter nämlich dieser Schirm ist, um desto kleiner wird der helle Kreis, und wenn der erstere nur einen Centimeter in Durchmesser hält, sieht man nichts mehr als einen leuchtenden Punkt, selbst dann, wenn man von dem Schirm um einen Meter entfernt ist und sich einer sehr starken Loupe bedient. Es ist zu merken, dass wenn der Schirm sehr gross ist, die Schlüsse, welche wir zu Aufstellung unserer Formeln gemacht haben, nicht mehr auf die nach der Mitte des Schattens gebeugten Strahlen anwendbar sind, weil diese eine zu beträchtliche Neigung besitzen, als dass es erlaubt wäre, die Elementarwellen,

welche sie dahin führen, von gleicher Intensität mit denen der direkten Strahlen zu betrachten.

Wenn man, nach denselben Formeln, die Lichtintensität in der Mitte der Projection einer kreisförmigen in einem großsen Schirme gemachten Oeffnung berechnet, so findet man, daſs der Mittelpunkt dieser Projection abwechselnd einen hellen und einen dunklen Punkt darbieten muſs, je nach dem Abstand von der Oeffnung, in welchem man den Schatten auffängt, auch daſs die *Minima* fast gänzlich Null seyn müssen in einem homogenen Lichte. Diese neue Folgerung aus den allgemeinen Formeln kann aus der Theorie durch einfache geometrische Betrachtung abgeleitet werden. Man findet so für die folgweisen Abstände, bei welchen der Mittelpunkt des Schattens völlig dunkel wird, die Werthe:

$$b = \frac{ar^2}{2ad - r^2} \; ; \; b = \frac{ar^2}{4ad - r^2} \; ; \; b = \frac{ar^2}{8ad - r^2}$$

worin r den Radius oder Halbmesser der Oeffnung, a und b die Abstände dieser vom leuchtenden Punkt und vom Mikrometer, und d die Undulationslänge des angewandten Lichtes bezeichnet. Bringt man nun das Mikrometer in die von der Formel vorgeschriebenen Abstände, so beobachtet man, daſs in der That der Mittelpunkt der Oeffnung dergestalt des Lichtes beraubt ist, daſs er wie ein Dintefleck mitten auf dem erleuchtetem Theile erscheint, zum wenigsten in den *Minima* der drei ersten Ordnungen, die von den so eben angeführten Formeln nachgewiesen werden; die der folgenden Ordnungen, die dem Schirme näher stehen, bieten wegen Mangel an Homogeneität in dem angewandten Lichte keinen so dunklen Fleck dar.

Es giebt noch eine Menge anderer Diffractionserscheinungen, als z. B. die vervielfältigten und gefärbten von geritzten Flächen reflectirten Bilder, oder die, welche man durch ein feines Gewebe erblickt, eben so wie die farbigen Ringe, erzeugt durch eine regellose Anhäufung sehr feiner Fäden oder kleiner Körpertheilchen, von fast gleicher Gröfse, die zwischen dem Auge des Beobachters und dem leuchtenden Gegenstand gelagert sind — welche alle mittelst der so eben auseinandergesetzten Theorie sich erklären und streng berechnen lassen. Es würde zu weit führen sie hier zu beschreiben, und nachzuweisen, wie sie neue Bestätigungen von jener sind. Wir glauben überdiess, dass die Theorie durch die zahlreichen und verschiedenartigen Versuche, von denen wir sprachen, hinreichend bewiesen ist und werden diesen Auszug der Abhandlung über die Diffraction mit der ausführlichen Beschreibung eines wichtigen Versuches von Hrn. Arago beschliefsen, der ein Mittel giebt, die kleinsten Unterschiede im Brechungsvermögen der Körper mit einer fast unbestimmbaren Genauigkeit zu messen.

Wir haben gesehen, dass die Streifen, welche von zwei sehr feinen Schlitzen erzeugt werden, stets auf eine symmetrische Art in Bezug auf diejenige Ebene gelagert sind, die durch den leuchtenden Punkt und durch die Mitte des Zwischenraums zwischen beiden Schlitzen geht, so lange als die beiden sich interferirenden Lichtbündel das nämliche Mittel, z. B. Luft, durchdrungen haben, wie diess bei der gewöhnlichen Anordnung des Apparates der Fall ist. Diess findet aber nicht mehr Statt, wenn, während der eine

Bündel durch Luft hindurchgeht, der andere auf seinem Wege einen Körper von grösserem Brechungsvermögen begegnet, z. B. ein Blättchen von Glimmer oder geblasenem Glase. Alsdann sind die Streifen verschoben und zwar nach der Seite des Bündels hin, der das durchsichtige Blättchen durchdrungen hat; ja sobald dieses Blättchen ein wenig dick ist, gehen sie gar zum erleuchteten Felde hinaus und verschwinden ganz. Dieser wichtige Versuch, welchen man Hrn. Arago verdankt, läſst sich gleichfalls mit den Apparat der beiden Spiegel anstellen, wenn man das dünne Blättchen einem der Bündel in den Weg stellt, vor oder nach seiner Reflexion.

Wir wollen jetzt sehen, welche Folgerung sich aus dieser merkwürdigen Thatsache mittelst des Principes der Interferenzen ableiten läſst. Die Mitte des mittleren Streifens rührt, wie wir schon bemerkt haben, beständig von der gleichzeitigen Ankunft zweier zur selben Zeit von dem Lichtpunkte abgegangenen Strahlen her. In dem gewöhnlichen Falle, wo sie das nämliche Mittel durchdrungen haben, müssen sie also genau gleiche Wege durchlaufen, damit sie zu gleicher Zeit in dem Punkte ihres Zusammentreffens anlangen. Man begreift aber, daſs wenn sie Mittel durchdringen, in welchen sich das Licht nicht mit gleicher Geschwindigkeit fortpflanzt, derjenige Lichtbündel, welcher langsamer geht, später anlangen wird in diesem Punkt, welcher folglich nicht mehr die Mitte des mittleren Streifens seyn wird. Dieser mittlere Streifen muſs sich also nothwendig nach dem Bündel hinbegeben, der langsamer fortgegangen ist, so daſs die geringere Länge seiner Bahn die Verzögerung

compensirt, welche er auf seinem Gange erlitten hat; umgekehrt, wenn die Streifen von der Rechten nach der Linken hin versetzt sind, darf man schliessen, dass der Lichtbündel, nach Seite dessen sie vorgerückt sind, in seinem Laufe verzögert worden ist. Mithin ist die natürliche Schlussfolge aus dem erwähnten Versuche des Hrn. Arago, dass das Licht sich schneller in der Luft fortpflanzt, wie in Glimmer oder Glas oder im Allgemeinen in andern dichten Körpern von grösserem Brechungsvermögen als die Luft. Diess Resultat ist schnurstraks der Erklärung zuwider, die Newton über die Refraction gegeben hat, als derselbe annahm, die Lichtmolekel würden von den dichteren Körpern stark angezogen, denn daraus folgt, dass die Geschwindigkeit des Lichtes in diesen Körpern grösser ist, als in lockeren Mitteln *).

*) Hr. Arago hat im Jahre 1816 in Gemeinschaft mit dem seit 1820 verstorbenen Petit noch auf einen andern Punkt in der Newton'schen Refractionstheorie aufmerksam gemacht, der nach eigens dazu angestellten Versuchen mit der Erfahrung nicht übereinstimmt. Bei Erklärung der Refraction durch eine von dem brechenden Körper auf die Lichttheilchen ausgeübte Anziehung wird nämlich von Newton angenommen, und es ist die natürlichste Annahme, die sich hiebei machen lässt, dass die Summe der attractiven Kräfte, welche *ein* und *dasselbe* Mittel ausübt, der Dichtigkeit desselben proportional ist. Diesemnach muss die (specifische) Brechungskraft oder der analytische Ausdruck: $\frac{i^2-1}{d}$ (worin i das Verhältniss des Sinus vom Einfallswinkel zu dem vom Brechungswinkel, und d die Dichte des brechenden Mittels bezeichnet) unabhängig seyn von der Dichte dieses Mittels. Die Hrn. A. u. P. haben sich aber überzeugt, dass diess nicht der Fall ist. Denn als sie das Brechungsverhältniss des Schwefelkohlenstoffs, des Schwefel- und

Dieser Versuch giebt einen Weg an, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in verschiedenen Mitteln zu vergleichen. Denn gesetzt man hätte, mittelst eines Sphärometers, die Dicke der in der Bahn des einen Lichtbündels aufgestellten Glasplatte gemessen, gleichwie mittelst des Mikrometers die Ortsveränderung der Streifen; so kann man, da man weiss, dass vor der Zwischensetzung jener Glasplatte die durchlaufenen Wege für die Mitte des mittleren Streifens gleich waren, mittelst der Rechnung bestimmen, wie viel diese Wege für die neue Lage des Streifens in Länge verschieden sind. Dieser Unterschied wird die Verzögerung seyn, welche das Licht in der Glasplatte erlitt. Da nun die Dicke dieser Platte bekannt ist, so

Salzäthers, bei flüssigem und gasigem Zustande dieser Körper, bestimmten und darnach die obige Grösse für jeden Körper berechneten, fanden sie dieselbe veränderlich, nämlich mit der Dichte abnehmend. So z. B. betrug die absolute Brechungskraft, in Bezug auf die der Luft, beim Schwefelkohlenstoff im flüssigen Zustande = 3, und im gasförmigen Zustande = 2. Sie waren indess nicht im Stande, das Gesetz dieser Veränderungen in Bezug auf die der Dichte auszumitteln, indem es nur wenige Stoffe giebt, die unter jenen beiden Aggregatzuständen eine genaue Messung zulassen. Sie überzeugten sich ferner durch Versuche, dass das (specifische) Brechungsvermögen eines zusammengesetzten Gases ebenfalls nicht gleich ist der Summe der Produkte aus dem Brechungsvermögen in die Gewichtsmengen der einzelnen gasförmigen Bestandtheile. Ein Gesetz, welches sich früherhin aus dem von Hrn. Arago und Biot gemeinschaftlich betriebenen Versuchen zu ergeben schien (Gilb. 26. p. 95).

Endlich fanden sie auch, dass die Dispersivkraft (die Farben zerstreuende Kraft) oder der Unterschied zwischen den (specifischen) Brechungskräften der Endfarben im Spectrum, bei ei-

wird man, wenn man dieselbe dem berechneten Unterschied hinzufügt, den kleinen Weg erhalten, welchen der zweite Lichtbündel in der Luft durchlief, während der erstere das Glasplättchen durchdrang, und dieser Weg, verglichen mit der Dicke des Glasplättchens, giebt das Verhältniſs der Geschwindigkeit des Lichtes in Luft, zu der Geschwindigkeit desselben in Glas.

Man kann diese Aufgabe noch unter einem anderen Gesichtspunkt betrachten, mit dem es gut ist sich vertraut zu machen. Die *Dauer* einer jeden Undulation hängt keineswegesr, wie wir gesehen haben, von der gröſseren oder geringeren Geschwindigkeit ab, mit welcher die Erschütterung sich in dem Fluidum fortpflanzt, sondern einzig von der Dauer der vollständigen Oscillation, durch welche diese Welle entstand. Wenn also die Lichtwellen von einem Mittel in ein

nem und dem nämlichen Mittel mit der Dichte desselben abnimmt. Sie glaubten auch bemerkt zu haben, daſs für das nämliche Mittel die Dispersivkraft in einem gröſseren Verhältniſs mit der Dichte abnehme, als die Brechungskraft der mittleren Strahlen; oder in anderen Worten, daſs: $\frac{i^2-1}{d}$ nicht bloſs für dieselbe Strahlengattung veränderlich sey, sondern auch für jede derselben nach einem verschiedenen Gesetze. Für den Schwefelkohlenstoff im flüssigen Zustande fanden sie das Verhältniſs der Dispersivkraft zur Brechungskraft = 0,14; für denselben Körper im gasförmigen Zustande betrug dieſs Verhältniſs zum wenigstens nur = 0,08.

Es ist indeſs meines Wissens über diese Versuche nichts mehr als eine Notiz im 1ten Band der Annal. de Chim. et Ph. S. 1 bekannt geworden, und aus dieser habe ich das Gegenwärtige ausgehoben. *P.*

anderes übergehen, in welchem sie sich langsamer fortpflanzen, so wird jede Undulation stets in demselben Zeitraum vollführt, wie zuvor, und die gröſsere Dichte des zweiten Mittels hat keinen andern Einfluſs, als die *Länge* der Undulation zu verringern, nach demselben Verhältniſse, nach welchem sie die Geschwindigkeit des Lichtes verzögert. Die Undulationslänge ist nämlich dem Raume gleich, welchen die erste Erschütterung während der Dauer der ersten vollständigen Oscillation durchläuft. Man kann also die relativen Geschwindigkeiten des Lichtes in verschiedenen Mitteln berechnen, wenn man die Undulationslängen einer und derselben Strahlengattung in diesen Mitteln mit einander vergleicht. Dieses angenommen, wird die Mitte des mittleren Streifens erzeugt durch die Vereinigung der Strahlen beider Lichtbündel, welche, vom leuchtenden Punkte ab, die nämliche Anzahl von Undulationen enthalten, wie auch übrigens die Natur der von diesen Strahlen durchlaufenen Mittel beschaffen seyn mag. Daſs also der mittlere Streifen sich auf Seite des Lichtbündels begiebt, der die Glasplatte durchdrungen hat, geschieht deshalb, weil die Undulationen des Lichtes im Glase kürzer sind, wie in der Luft, und es ist also nothwendig, daſs die durchlaufenen Wege auf dieser Seite kürzer seyen, damit die Anzahl der Undulationen auf beiden Seiten gleich werde. Laſst uns jetzt annehmen, daſs der mittlere Streifen z. B. um zwanzig Streifenbreiten verschoben worden sey, d. h. um das Zwanzigfache des Raumes zwischen den Mitten zweier aufeinander folgender dunkler Streifen. Daraus muſs man schlieſsen, daſs der Lichtbündel, der die zwischengesetzte Glasplatte durchdrungen

hatte, in seinem Gang um zwanzig Undulationen verzögert wurde; oder mit andern Worten, daſs der Lichtbündel in dieser Platte zwanzig Undulationen mehr vollführte als der andere, in einer Luftschicht von gleicher Dicke; indem eine jede Streifenbreite dem Unterschiede von einer Undulation entspricht. Wenn man also die Dicke dieser Platte und die Undulationslänge des angewandten Lichtes kennt (welche letztere mittelſt der von mir gegebenen Formel ſich leicht aus Meſſung der Streifen ableiten läſst), ſo wird man die Anzahl der in der nämlichen Dicke der Luft vollführten Undulationen berechnen können; und wenn man zwanzig zu dieser Zahl hinzufügt, ſo wird man die der Undulationen erhalten, welche in der Dicke der Glasplatte vollführt wurden. Das Verhältniſs beider Zahlen giebt die Geſchwindigkeiten des Lichtes in beiden Mitteln. Nun findet man es gleich dem Verhältniſſe des Sinus vom Einfallswinkel zu dem vom Reflexionswinkel, für den Uebergang des Lichtes von Luft in Glas, und dieſs ſtimmt mit der Erklärung der Refraction nach der Wellentheorie überein, wie wir ſpäterhin ſehen werden *).

Das ſo eben angezeigte Verfahren bietet groſse Schwierigkeiten dar, wenn man das Brechungsvermögen eines viel dichteren Körpers als Luft, z. B. das des Waſſers oder Glaſes beſtimmen will, weil man von

*) Man kann umgekehrt, durch den nämlichen Verſuch, mit einer groſsen Genauigkeit die Dicke einer dünnen Platte beſtimmen, wenn das Brechungsvermögen des Körpers bekannt iſt, von dem ſie genommen ward; man ſtellt die Platte einem der Lichtbündel ſenkrecht gegen ſeine Richtung in den Weg und miſst die Ortsverrückung der Streifen.

diesen Körpern ein sehr dünnes Blättchen anwenden müsste, damit die Streifen nicht gänzlich zum gemeinschaftlichen Felde beider Lichtbündel hinaustreten, und weil es schwierig ist, die Dicke solcher Blättchen mit erforderlicher Genauigkeit zu messen. Zwar kann man in der Bahn des einen Lichtbündels eine dicke Platte von einer durchsichtigen Substanz anbringen, deren Brechungsverhältniss durch die gewöhnlichen Mittel schon sehr genau bestimmt ist, was erlauben würde, auch von dem neuen Körper eine dicke Platte anzuwenden; allein alsdann wird es einfacher, das Brechungsvermögen dieses durch das gewöhnliche Verfahren zu messen.

Der Fall, in welchem das aus dem Versuche des Hrn. Arago abgeleitete Verfahren vor dem directen grosse Vorzüge hat, ist der, wenn es sich darum handelt, geringe Unterschiede an der Geschwindigkeit des Lichtes in Mitteln zu bestimmen, die fast gleiches Brechungsvermögen besitzen; denn durch Verlängerung der Bahn des Lichtes in den beiden Mitteln, deren Brechungsvermögen man mit einander vergleicht, kann man die Genauigkeit der Resultate fast ins Unbestimmbare vergrössern. Um sich eine Vorstellung von dem hohen Grad der Genauigkeit zu machen, der durch diese Messungen zu erlangen möglich ist, reicht es hin zu bemerken, dass es, weil die Undulationslänge des gelben Lichtes in Luft 0,mm00055 beträgt, von diesen zwei Millionen auf einer Länge von 1,1 Meter giebt *). Nun ist es sehr leicht, noch einen

*) Ich nehme die Undulationslänge der gelben Strahlen, weil sie die leuchtendsten im Spectrum sind, und deren dunkle und helle Streifen folglich mit den dunkelsten und hellsten

Unterschied von einem Fünftel eines Streifens wahrzunehmen, was einer Verzögerung oder einer Beschleunigung von einem Fünftel einer Undulation im Laufe des Lichtes entspricht, und da es zwei Millionen dieser Undulationen auf 1,1 Meter giebt, so wird der fünfte Theil einer Undulation nur der zehnmillionte Theil dieser Länge seyn. Man wird also durch Einführung eines Gases oder Dampfes in ein durch zwei Glasplatten verschlossenes Glasrohr von dieser Länge, bis auf ein Zehnmilliontel die Veränderungen in deren Brechungsvermögen bestimmen können. Mit einem ähnlichen Apparate haben Hr. Arago und ich den Unterschied zwischen der Refraction der trocknen und der bei 30° C. mit Feuchtigkeit gesättigten Luft gemessen, welcher so gering ist, dass er sich jedem andern Beobachtungsmittel entzieht, weil das grössere Brechungsvermögen des Wasserdampfes, fast genau die geringere Dichte der feuchten Luft compensirt. In den meisten Fällen erzeugt indess das schwächste Gemenge eines Dampfes oder Gases mit einem andern eine beträchtliche Ortsverrückung der Streifen, und wenn man eine Reihe Versuche dieser Art mit Sorgfalt gemacht hätte, so könnte dieser Apparat ein vortreffliches Instrument für die chemische Analyse abgeben.

Punkten derjenigen Streifen zusammenfallen, die vom weissen Lichte erzeugt werden; gewöhnlich wendet man das letztere zu dieser Art von Versuchen an, sowohl wegen seines überwiegenden Glanzes, als auch wegen des mehr hervorstechenden Charakters, welchen es dem mittleren Streifen giebt, bei welchem es wesentlich ist sich nicht zu irren.

(Fortsetzung folgt.)

HALLE,

…R DR. WINCKLER.

Zeit der Beob. Tg	St.	…	Haar Hygr bei +10° R.	Wind	Wetter
1	8	3	79.°5	SW. 3	tr fein Rg
	12		71. 0	SW. 4	trüb
	2		66. 7	wsw. 3	schön
	6		69. 6	wsw. 3	trb Rg
	10		70. 5	wsw. 3	heitr
2	8		66. 4	SW. 2	sch Mgrth
	12		59. 3	SW. 4	verm
	2		62. 0	SW. 3	trüb
	6		71. 8	wsw. 1	vr Abrth
	10		73. 4	SW. 3	verm
3	8		70. 6	wsw. 1	trb Mgrth
	12		60. 9	wnw. 1	trüb
	2		66. 1	W. 1	tr Rg Hgl
	6		40. 0	wnw. 1	trb Rgtrpf
	10		74. 5	NW. 1	schön Regen
4	8		76. 5	wsw. 1	trb Rg
	12		76. 1	wsw. 4	trb Rg
	2		81. 0	W. 3	trb Rg.
	6		82. 4	NW. 3	verm
	10		74. 6	nnw. 2	verm fern
5	8		79. 5	wsw. 1	trüb Nbl
	12		78. 5	wsw. 1	tr Sprhrg
	2		86. 1	SW. 1	tr Sprhrg
	6		79. 4	SW. 1	trb Rg
	10		75. 2	wsw. 1	trüb
6	8		84. 5	wsw. 2	vr Mgrth
	12		76. 8	W. 3	trüb
	2		64. 9	SW. 3	verm
	6		70. 9	SW. 4	trüb
	10		70. 1	SW. 4	trüb
7	8		74. 6	SW. 2	vr Mgrth
	12		66. 0	wsw. 2	verm
	2		60. 8	W. 3	vr etw Rg
	6		75. 7	wsw. 3	trb Rgtrpf
	10		78. 3	SW. 4	trb Sturm

Tg	St.	…rm.	Hygr.	Wind
8	8			
	12	…°9	2533.°61	SO
	2	…. 2	3131. 15	SW
	6	…. 5	2685. 87	NO
	10	…. 6	2513. 97	wsw
		83 2	10864 60	Sw

Thermometrograph Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags	Wasser-Stand der Saale
1	+ 1.°1	+10.°6	4′ 6″
2	2. 5	13. 5	4 6
3	2. 5	14. 0	4 3
4	1. 5	14. 4	4 6
5	1. 9	18. 2	4 6
6	3. 3	20. 1	4 5.5
7	4. 6	17. 5	4 5
8	6. 9	14. 4	4 6
9	5. 5	18. 0	4 1.5
10	8. 9	16. 4	4 1.5
11	10. 8	14. 0	4 1.5
12	9. 0	15. 9	4 1
13	4. 5	16. 4	4 1
14	4. 4	16. 7	4 1.5
15	6. 2	13. 5	4 3
16	4. 6	11. 5	4 5
17	4. 4	13. 1	4 3
18	5. 0	9. 2	4 4
19	4. 4	9. 8	4 4
20	3. 4	7. 7	4 5
21	1. 1	7. 2	4 4
22	+ 1. 0	7. 2	4 9
23	− 1. 5	6. 7	4 9
24	+ 5. 0	6. 4	4 10.5
25	2. 5	8. 8	4 10
26	1. 1	5. 6	4 10
27	0. 6	5. 5	5 0
28	1. 0	7. 5	5 1
29	3. 4	9. 0	5 0
30	6. 0	9. 8	4 8
31	+ 3. 2	+ 8. 8	5 1
Sma	+116.8	+367.2	139′ 6″
Mittl	+ 3.77	+ 11.8	4. 6
	Min. − 1.°5	Max. +20.°1	
	grösste Veränd. 21.°6		

Uebersicht d. Witterung Tage	Zahl
heiter	2
schön	8
verm	14
trüb	7
Nebel	9
Duft	11
Regen	1
Hagel	1
windig	5
stürmisch	6
Nächte	
heiter	11
schön	7
verm	3
trüb	10
Nebel	1
Regen	5
windig	6
stürmisch	2
Mrgrth	24
Abrth	27

	Barom.		Thbrm.		Hygrom.	
Mittl	334.‴972	SW	+ 8.°28	SW	70.°69	SW
Max.	340. 306	SW	+17. 5	SW	93.60	wsw
Min.	320. 568	S	− 0. 6	W	39.08	SO
Vränd	19.‴738		18.°1		54.52	

s g.

nel, und oben heiter. Am 20. gleiche Decke, wird nach Reg. von 12 um 2, wolkig, ist Abds etwas geöffnet, später aber gleichf. Am 21. ke sondert sich Vormittags, zeigt Mitt. s blaue Stellen, modifizirt tags in grosse Cirr. Str. Massen und u n treten Cum. auf; Abds f heiterm Grunde und später nur der W-Horizont belegt, sonst hei-. Tags Cirr. Str. auf heit. Grunde und unten Cum.; von Abds ab, ws neblig. Am 23. Nachts stark Frost, 2''' stark Eis; früh oben und sonst heiter.; Mittags wolkige, bald gleiche Decke; von 5 bis in die teg. Am 24. Nchts und von 7 bis ½1 Reg., dann wird gleiche Decke -Abds in der Windgegend licht; Nachmittgs einz. Regtropf. Am 25. e, früh fein Reg.; Mittgs wolkig; Nachmittgs modif. sie sich in Cirr. en zeigen sich Cum.; mit Reg. von 2½ bis 5 U. kommt wolk. Bed., n auflöset; Spt-Abds heitr. Heute der Mond in der Erdferne. Am 26. nach herauf Cirr. Str, und oben heitr; Mittgs NO-Hälfte düster bed., SO-eit. Grde viel Cirr. Str., unten Cum., Nchmittgs wolkig bed.; Abds hte Stellen und Spät-Abds gleiche Decke mit lichtem SW-Horiz. ds der Vollmond.

Am 27. wolk. Bed.; früh der W-Horiz. offen, um 1 ein kurzer gf von 2 bis 4 und ½4 etws Hagel; Spt-Abds rings bel., in O hoch, r. auf heit. Grde. Am 28. bis 5½ U. seit Nchts bei gleich. Decke Reg., ch die Decke in Cirr. Str. die oben über heit. Grund ziehen. Am 29. als wolkig bed.; früh Nebl, Tags, bisweil. unterbrochen, Sprühreg. m 30. Morg. auf heit. Grunde Cirrus, drunterhin lockere Cirr. Str., nel.; Mittgs bed. Cirr. Str. unten ganz, oben meist, Nchmittgs O bel., oben Cirr. Cum. nach W hin in gesond. Cirr. Str. übergehend, von che Decke. Am 31. NW früh heitr, SO und rings belegt, Tags über r. meist; um 2 zieht vor dem Winde Nimbus mit etws Reg. herüber; olk. Bed. einige lichte Stellen; um ½6 bei heftigem Sturm ein stark. t-Abds herrscht wolk. Decke.

---

s *Monats:* eine Frost-Nacht ausgenommen, warm; zweite Hälfte t herrschenden SW-Winden. Ausgezeichnet ist tiefer und hoher Ba-

angedeutete, Rheumatisch-gastrische Fieber, katarrhalische Brust-rankheiten. Scharlach hat sich ganz verloren und Keichhusten ist kung fortgepflanzt wurde. Die Zahl der Krankheiten nahm über-

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1825, EILFTES STÜCK.

I.

III. *Geognostische Bemerkungen über die Plattform des Paradiessberges, über Hörtekollen, Sölvsbjerg und Vettakollen;*

von

M. Keilhau *).

Gjellebäcks Marmor tritt auf der Plattform des *Paradiessberges* unter ganz ähnlichen Verhältnissen auf, wie jene krystallinisch-körnigen Kalksteine, welche uns die Gegend von *Brevig* und die Umgebungen des *Sandefjordes* kennen lehrten. Die zunächst mit ihm verknüpften Glieder sind dieselben dichten, dickschieferigen oder geschichteten Gesteine, welche aus Kalk Kiesel und Thon in schwankenden Verhältnissen bestehen, und dadurch ausgezeichnet sind, dass sie sehr gern Granat in ihre Masse aufnehmen. Auch hier ist es oft möglich, sie durch Uebergänge bis in den reinsten grobkörnigsten Kalkstein zu verfolgen, wiewohl sie noch häufiger bei scharf ausgeprägter Verschiedenheit ihres Wesens unmittelbar an den Marmor ansto-

*) Fortsetzung der im Octoberheft mitgetheilten Bemerkungen.

sen, wodurch die Combinationsverhältnisse sehr deutlich in die Augen fallen.

Reiner Granat muss wohl als das vom Marmor am weitesten entfernte Glied in der Uebergangsreihe der Kieselgebilde betrachtet werden; er kommt in der Form von unbestimmt gestalteten Massen, von Nestern und Drusen innerhalb des Marmors vor. Etwas regelmässigere Verhältnisse finden zwischen dem Marmor und denjenigen Gliedern Statt, in welchen der Granat nur eingemengt oder ganz zurückgedrängt ist; sie sind zweierlei Art; entweder wechseln die kieselhaltigen Gesteine lagenartig mit dem körnigen Kalke, so dass die Parallelmassen beider dieselbe Lage behaupten; oder die respektiven Parallelmassen haben eine divergente Lage, so dass jene des Marmors von denen der Kieselgesteine durchsetzt werden. Im ersteren Falle ist das Verhältniss ganz das gewöhnliche und übereinstimmend mit dem, wie es z. B. in Fig. 1 Tab. III dargestellt ist; allein zu dem zweiten Falle haben wir bisher keinen Pendant gefunden. Der Kieselkalk und die Granatbildungen ziehen sich aus dem körnigem Kalksteine zurück, und versammeln sich in einer selbstständigen Masse ausserhalb des Marmors; dabei verändern sowohl dieser als jene ihr Einschiessen, welches sie früher gemeinschaftlich hatten, so lange sie noch schichtenweis abwechselten. Die mächtigen Parallelmassen des Marmors weichen nach der einen, die Parallelmassen des Granat-Kieselkalkes nach der andern Seite ab, und aus dem gemeinschaftlichen Parallelen-Systeme gehen zwei verschiedene Systeme hervor, welche sich da, wo sie zusammentreffen, gegenseitig durchschneiden. Die Schichten des Marmors fallen

gewöhnlich unter weniger als 10° in NO, die des Granat-Kieselkalkes 30° — 80° in N und NW, so daſs die Streichungslinien bis 90°, und die Neigungslinien mehr als 70° divergiren können.

Beim Zusammentreffen sieht man, wie erst einzelne dünne Parallelmassen des Kieselkalkes mit der erwähnten Divergenz in den Marmor eindringen; die Zwischenräume werden allmälig kleiner, und der dieselbe ausfüllende Marmor verliert seine eigenthümliche Lagerstructur, indem er durch diese feine Unterordnung unter die kieselhaltigen Gesteine gleichsam genöthigt ist, seine eigne Masse ihrer Structur zu accommodiren; endlich verschwindet er gänzlich und es bleibt nur eine Abwechslung von mehr oder weniger granatreichen Kalkkieselschichten mit Streifen und Bändern von verschiedenen Nüancen des Kieselkalkes zurück. Dieser Conflict zwischen den divergirenden Parallelsystemen ereignet sich in einer Gränz-Zone, deren Breite ungefähr um ein Meter schwankt.

Der Marmor befindet sich mit keinen andern als den hier erwähnten Gesteinen in unmittelbarer Berührung; allein die Verknüpfung mit diesen ist von einer solchen Beschaffenheit, daſs ihre Verhältnisse (*Connexioner*) auch als die des Marmors betrachtet werden müssen; eine Behauptung, welche in den Uebergängen und in dem Wesen des Conflictes hinlänglich begründet zu seyn scheint, und eigentlich dahin ausgedehnt werden muſs, daſs der Marmor sowohl als der Granat-Kieselkalk nur als untergeordnete Theile eines groſsen Kalkterrains zu beurtheilen sind.

Dieses Kalkterrain wird am Paradiesberge und weiterhin gegen S und W von Granit begränzt. Zwi-

schen der Granitgränze und dem reinen Kalke läuft eine Zone von ungefähr 50 Meter Breite hin, welche von den Granat- und Kieselkalk-Gebilden eingenommen wird, die wir im Folgenden der Kürze halber *harte Schiefer* nennen wollen.

Der Contact des Granites mit diesen Schiefern zeigt uns jenes Ineinandergreifen und jene Massenverflechtung, von welchen bereits mehrere Beispiele angeführt wurden, und welche uns im Zweifel über das wahre Lagerungsverhältniss lassen, weil die Massen im Einzelnen bald aufliegend, bald anlehnend, bald unterteufend erscheinen. Ueberall, wo die Gränze hinreichend entblösst ist, sieht man entweder den Granit hervorspringen und die Ausgehenden der Schiefer bedecken, oder Stücke des Schieferterrains auf den Granit aufgesetzt und angeheftet. Dieser letztere mag übrigens übergreifend oder unterteufend erscheinen, so streckt er überall in die Schiefer eine Menge von kleineren Granitpartien, welche bald als kurze, schnell ausgekeilte Lager zwischen den Structurparallelen hinlaufen, bald gangartig dieselben in allen Richtungen durchsetzen. Ausserdem füllt sich der Schiefer mit verschiedentlich gestalteten, anscheinend ganz isolirten Adern, Klüften und scharfkantigen Stücken von Granit. In etwas geringerer Frequenz und unter massiveren Formen kommen auch Theile des Schieferterrains im Granit eingewachsen vor, und die Combination ist nicht selten, von der Art, dass man hier und da Conglomerate zu sehen glaubt, in welchen bald Granit, bald Schiefermasse als das Bindemittel zu betrachten ist.

Indessen zeigen sich öfters Puncte, wo die eine Bildung in die andre verläuft, und die gewöhnliche,

scharf markirte Gränze durch einen wirklichen Uebergang aufgehoben wird. Der Granit nimmt in Stükken, wo er noch deutlich als solcher charakterisirt ist, zwischen seinem Feldspath, Quarz und Glimmer dieselben Granaten auf, welche in den angränzenden Schiefern so häufig sind.

Es läst sich unter solchen Umständen leicht begreifen, dafs die Gränze keine gerade Linie bilden könne; jedoch kann sie auf eine gewisse Hauptrichtung reducirt werden, mit welcher das Streichen der harten Schiefer im Ganzen gleichlaufend ist. Die Schieferschichten fallen ungefähr 40° vom Granite weg; sie sind vollkommen ebene, unverbogene Parallelmassen, deren Lage durch die mannichfaltig wechselnden Modificationen des Contactes eben so wenig gestört wird, als sie irgend eine ursprüngliche Abhängigkeit von den Begränzungsformen des nachbarlichen Granites wahrnehmen läst. Die Richtung des Einschiessens kann solchergestalt keinen zureichenden Grund abgeben, den Granit als die Basis des Kalkterrains zu betrachten. Fig. 7 und 8 Tab. III sind Ansichten von zwei senkrechten Klippenwänden auf der Gränz-Zone, in welchen die angeführten Verhältnisse gröfstentheils anschaulich sind; der Granit ist roth, der Schiefer grün illuminirt *).

Aufser einigen Grünsteingängen kommen sowohl im Marmor als in den harten Schiefern einige porphyrartige und hornsteinartige Gangmassen von 1 — 2 Meter Mächtigkeit vor, welche gegen den Granit in einer

*) Von andern Puncten derselben Gränz-Zone hat Naumann ähnliche Darstellungen gegeben; Beiträge zur Kenntnifs Norwegens. Th. I. A. A. d. V.

auf die Hauptrichtung der Gränze mehr oder weniger rechtwinkligen Richtung hinſtreichen. Ob ſie in einer unmittelbaren Verknüpfung mit dem Granite ſtehen, darüber geſtattete die Bedeckung von Dammerde und Vegetation bis jetzt keine Beobachtungen; allein ſo viel iſt gewiſs, daſs ſie in ihren Verhältniſſen ſehr mit den Baſaltgängen auf den Inſeln des *Langeſundsfjordes* übereinſtimmen, und zumal an jene Combinationen erinnern, welche Tab. III Fig. 6 dargeſtellt ſind. Sollte ſich dieſe Analogie wirklich beſtätigen, ſo würde ſich darin vermuthlich ein neues Band zwiſchen Granit und Kalk offenbaren.

Das groſse Kalkterrain, an welches ſich *Gjellebäcks* Marmor anſchlieſst, ſetzt gegen Norden durch das *Lierthal* und *Sylling* fort. Dort findet man die Granitgränze wieder beim Gehöft *Hörte*, und zugleich dieſelben harten Schiefer, aus welchen ſich der Kalk mehr oder weniger zurückzieht; auch Granat zeigt ſich wieder, nur nicht ſo häufig, wie auf der Plattform des Paradieſsberges; dagegen iſt der Kieſelgehalt oft in der Form ſelbſtſtändiger Hornſteinlager entwickelt *). Wenn die Terraingränze dieſelbe iſt wie am Paradieſsberge, ſo kann ſie wohl kein von den oben geſchilderten Erſcheinungen weſentlich verſchiedenes Phäno-

*) „Nahe an Holsfjords Ende und nicht weit über Hörtegaard „wechſelt der Kalkſtein mit ſchwarzem *Kieſelſchiefer*, mit „ſchwarzem *Hornſtein*, mit einzelnen Lagen von weiſsem muſchligen *Hornſtein* und mit dickſchiefrigem Thonſchiefer in dünnen auf einander folgenden Schichten.“ v. Buch.

A. d. V.

men aufweisen; dessenungeachtet aber ist die Untersuchung mehrerer, zumal weit von einander entlegener Puncte der Gränze von Wichtigkeit, da es ein Hauptzug in dem Charakter dieser Combinationsweise zu seyn scheint, die speciellen Verhältnisse in immer veränderten und sehr verschiedenartigen Formen zu wiederholen.

Hörte liegt am Fuſse eines hohen und ungewöhnlich steilen Berges, welcher *Hörtekollen* genannt wird. Sein oberster und steilster Theil wird, wenigstens auf der südöstlichen Seite, von Schiefern gebildet, welche sich ungefähr 50° nach S und O senken, und in ihrem Streichen nach der Rundung der Kuppe zu biegen scheinen, gleichsam als wäre ihre Lage durch eine in der Kuppe verborgene konische Masse bestimmt worden. Da der obere Theil des Berges steiler ist als die Neigung der Parallelmassen, so tritt der ungewöhnliche Fall ein, daſs die Schichten sowohl in der Höhe als in der Tiefe durchbrochen sind, und daſs es folglich für jede ein oberes und ein unteres Ausgehendes giebt. Unter den letzteren kommt der Granit zum Vorschein, welcher die tiefere und weniger steile Zone des Bergabhanges einnimmt. Die Contactfläche erstreckt sich aufwärts unter die Schiefer und ist, wenn auch nicht überall, doch gröſstentheils den aufliegenden Schichten parallel, so daſs diese in der That mantelförmig die Granitmasse einzuhüllen scheinen.

Diese Vorstellungsweise erhält noch mehr Bestärkung, wenn man eine Stelle auf der südlichen Seite beobachtet, wo ein groſses Stück der Schiefer losgerissen und der Granit weit aufwärts über die gewöhnliche Gränze entblöſst ist. Schon in einer halben

Meile Entfernung kann man diese Stelle bemerken, welche sich als ein mächtiger Schnitt zeigt, der in der Mitte der Kuppe von unten her in ihrer steilen dunklen Wand ausgeschnitten ist, und eine röthliche, hell schimmernde Masse, als Fortsetzung des tieferen, weniger steilen Gehänges zum Vorscheine kommen läſst. Nichts desto weniger dürfte es nur zum geringen Theile wahr seyn, daſs die Granitmasse als kegelförmig betrachtet werden kann, und wir wollen nur insofern Gewicht auf diese Ansicht legen, in wiefern sie dazu beitragen kann, die Vorstellung desjenigen Theiles des Berges zu erleichtern, auf welchen wir hier vorzüglich Rücksicht zu nehmen haben.

Befindet man sich auf dem Granite an der bezeichneten Stelle, innerhalb des Ausschnittes der Schieferbedeckung, so sieht man an der östlichen Gränze dieses Ausschnittes eine in der Linie des Einschieſsens gebrochene verticale Felsenwand auf welcher die Schieferparallelen im Profile hervortreten. Unter dieser Wand, welche wahrscheinlich dem Felsensturze, der den Ausschnitt veranlaſste, ihr Daseyn verdankt, steht der Granit so an, daſs sich eine deutliche Kluft zwischen ihm und dem Schiefer hinzieht; vielleicht das Werk derselben Katastrophe. Diese Kluft, welche zugleich die Contactfläche repräsentirt, entspricht der Oberfläche der unebenen Granitmasse, auf welcher man sich befindet, und läuft wohl im Ganzen den Schieferschichten im Hangenden parallel, stellt aber im Profile eine unsicher verlaufende Knotenlinie (*en usikker Knudelinie*) dar, während jene schnurgerade sind.

Was aber dieses Profil ganz vorzüglich merkwür-

dig macht, find einige Granitmaffen, die von dem unterliegenden Granite aus in die Wand auffteigen, und deren verfchiedene Ramificationen fich in den Schiefern entwedern auskeilen, oder durch wahre Uebergänge verlieren, oder auch gangförmig weiter verbreiten, als die unwegfame Befchaffenheit des Ortes zu beobachten geftattet. Auf Tab. VII findet man zwei Abbildungen, welche diefe Verhältniffe anfchaulich machen; Fig. 1. ftellt den oberften, Fig. 2 den tiefften Theil des Profiles vor, in welchem man bei *a* die unteren Ausgehenden der Schieferparallelen erblickt. Weil der Granit in *b* fo ftark auffteigt, und die Contactlinie dabei von ihrer gewöhnlichen Richtung fo fehr abweicht, fo wird es wahrfcheinlich, dafs die hervorfpringende und jetzt abgebrochene Granitpartie die Wurzel eines mächtigen, mit *c* und *x* in Fig. 1 analogen Ausläufers fey.

Aufser den gangförmigen Verzweigungen, deren Urfprung man unmittelbar von der Granitmaffe aus verfolgen kann, kommen auch weiter oben in der Schieferkuppe einzelne gangartige Gefteinsftreifen vor, welche aus einer braunlichfchwarzen, höchft feinkörnig fchimmernden und anfcheinend gemengten Maffe beftehen. Sie gehören derfelben Bildung, welche wir bei *Brevig* in der Uebergangsreihe des Kiefelkalkes beobachteten, und dort in ihren Entwickelungen bis zum Syenit verfolgten; vielleicht rührt fie an gegenwärtigem Orte von Granit her, welcher feinen urfprünglichen Charakter einbüfste, weil er fich zu weit aus feinem Terrain in das der Schiefer verirrte.

Unterhalb *Hörte* ftehen die harten Schiefer in verfchiedenen, von der Lage auf *Hörtekollen* mehr

oder weniger abweichenden Stellungen an; man findet Partien, die 80° unter den Granit einschiessen, man entdeckt mächtige, ungewöhnlich feinkörnige und quarzreiche Granitmassen in ihnen, und bemerkt ein Schwanken im Einschiessen, welches erst weiter abwärts im Kalkterrain aufhört, wo sich ein bestimmtes Fallen vom Granite *weg* ausbildet.

Dass die Demarcationslinie zwischen den dichten Kalksteinbildungen und dem krystallinisch körnigen Marmor verschwinden, dass die große Kluft zwischen Versteinerungskalkstein und Granit von einer Zwischenreihe ausgefüllt werden kann, in welcher die für das eine Gränzglied charakteristischen Eigenschaften allmälig verschwinden, um Eigenschaften hervortreten zu lassen, welche dem anderen Gränzgliede wesentlich angehören, — diess sind Erscheinungen vom ersten Range, welche im Vorhergehenden mehrere Male angedeutet, zum Theil auch wirklich nachgewiesen wurden. Nirgends aber liegen sie so schön vor Augen als am *Sölvsbjerg*.

Hadelands Kalkterrain, welches mit jenem von *Lierdalen* zusammenhängt, bildet in *Grans* Kirchspiel ein ausgebreitetes, dicht bebautes Hügelland, in dessen Mitte *Sölvsbjerg* aufragt. Dieser isolirte Berg ist von geringem Umfange, denn seine längste, ungefähr von S nach N streichende Dimension beträgt kaum mehr als 1000 Meter, die Höhe über die mittlere Elevation der Umgegend etwa 150 — 200 Meter *). Im Süden

*) *Sölvsbjerg* 1347 Fuss über der See nach v. Buch.
A. d. V.

steigt er schräg aus dem cultivirten Lande empor, auf der Nordseite aber hat er steile Abstürze, und noch mehr auf der Ostseite, wo zum Theil ganz verticale Wände die Beobachtung des Felsenbaues erleichtern. Auf dem Gipfel findet man eine kleine, von Vegetation hier und da spärlich bedeckte Plattform, welche nach Norden in zerschnittenes klippiges Terrain übergeht, aus dem sich vorzüglich zwei Felsenpartien von etwas bedeutenderer Höhe hervorheben, und in weiter Ferne kenntlich machen, weil sie dem Gipfel ein gespaltenes Ansehen ertheilen.

Schwarzer, milder Thonschiefer und verschiedentlich nüancirter Versteinerungskalk sind die Gesteine, welche *Sölvsbjerg* umgeben, und aus welchem derselbe, so zu sagen, entspringt. Während sie auf der südlichen und südöstlichen Seite des Berges zu einem etwas höheren Niveau aufsteigen, als in dem umgebenden Flachlande, bemerkt man, dass beide sich gleichsam durchdringen, und zu einem Gesteine zusammensinken, welches in der Regel etwas härter als der Thonschiefer und reine Kalkstein, aber dessenungeachtet von einer grossen Menge Versteinerungen erfüllt ist. Es stellt grösstentheils eine Abwechslung von grauen, grünlichen und bräunlichen Bändern und Streifen dar, welche schwache Modificationen der Substanz anzeigen; zum Theil bildet es auch eine dunkle Hauptmasse, in welcher statt der ununterbrochenen lichten Streifen linsenförmige oder ellipsoidische, mehr oder weniger plattgedrückte Nieren auftreten, welche so vertheilt sind, dass ihre grössten Diagonalebenen in einer und derselben Richtung liegen, und dass die Diagonalebenen aller Nieren, welche die Stelle eines

einzelnen Bandes oder Streifens gemeinschaftlich zu vertreten scheinen, zugleich in eine und dieselbe Ebene fallen. Werden diese Nieren sehr lang gezogen, so bilden sie eine Art von bandförmiger Zusammensezzung, so wie auch umgekehrt diese letzteren in Reihen von isolirten nierförmigen Gestalten zerfallen können.

Diejenigen Varietäten dieses Gesteines, welche sich durch eine bräunliche, und namentlich durch chokoladbraune Farbe auszeichnen, auch vor den lichtern Varietäten einen schwachen Schimmer im Sonnenlicht voraushaben, gleichsam als wäre die Masse feinkörnig zusammengesetzt, sind von jenem Kieselkalk in *Brevigs* Umgegend nicht zu unterscheiden, welcher den Mittelpunct für mehrere Uebergangsreihen bildet, und uns bei Gelegenheit gewisser gangartiger Massen auf *Hörtekollen* ins Gedächtniss gerufen wurde. Die grauen und grünlichen Varietäten dagegen, welche ihm coordinirt sind, verrathen mehr Aehnlichkeit mit jenen dickschiefrigen Gebilden, in deren Masse so gern Granat eingeht; eine Verbindung, welche auch auf *Sölvsbjerg* nicht ganz vermisst wird. Wo Granat vorhanden, oder der Kieselgehalt sehr gross ist, da hat das Gestein ganz die Beschaffenheit, welche wir oben durch den Namen der harten Schiefer bezeichneten.

Es ist nicht ungewöhnlich, dass diese letztern bei fortwährend zunehmendem Kieselgehalt, Kieselschiefer, ja wohl auch Bandjaspis, in ihrer Uebergangsreihe mit begreifen. Auf *Sölvsbjerg* entwickelt sich jedoch durch diesen überhand nehmenden Kieselgehalt ein ganz andrer Uebergang. Während der Kalk allmälig vom Kiesel verdrängt wird, welches sowohl in horizontaler

Richtung gen Norden, als in verticaler Richtung bergaufwärts geschieht, kommt eben so allmälig eine krystallinisch - grobkörnige Structur zum Vorschein; Hornblende, Glimmer, Quarz und Feldspath werden nach und nach sichtbar, und jene dicksplittrige, nur im Sonnenlicht schwach schimmernde Masse hat sich in eine rein granitische Concretion verwandelt. Der Uebergang ist so sonnenklar, daſs zehn Handstücke, den Versteinerungskalk und Granit mit einbegriffen, welche in gleichen Entfernungen innerhalb einer Linie von noch nicht 100 Meter Länge geschlagen werden, vollkommen ausreichend sind, um ihn zu beweisen und zu veranschaulichen.

Die krystallinische Kieselbildung, welche der Richtung des Ueberganges zufolge den nördlichen und höchsten Theil des Berges einnimmt, verdient wohl nicht den Namen Granit in der strengsten Bedeutung des Wortes; man nimmt sogar Anstand, sie Syenit zu nennen, weil die Gemengtheile nicht überall ganz rein hervortreten, und, ungeachtet der grobkörnigen Struktur, doch noch zum Theil in einander verschmolzen sind. Daſs sie aber das mächtige Formationsglied repräsentire, dessen Rolle gewöhnlich dem Granite und Syenite übertragen ist, läſst sich nicht läugnen; nur muſste das isolirte und in jeder Hinsicht gänzlich untergeordnete Vorkommen im Terrain des Kalkes und Thonschiefers der Ausbildung des rein granitischen Typus sehr hinderlich seyn *).

*) Was dieser Concretion ein unbestimmtes Ansehen giebt, dürfte vorzüglich ein bedeutender Eisengehalt seyn, durch welchen die Spitze des Berges wie ganz verrostet erscheint, und welche sich zumal in einer der höchsten Klippen, welche dem Gipfel

Eine der wesentlichsten Eigenschaften des Kalkes und Thonschiefers, welche beim Uebergange in granitische Bildungen ganz verloren geht, ist der Structur-Parallelismus; seine letzte Spur verschwindet jedesmal da, wo die krystallinischkörnige Textur zugleich mit dem Kieselgehalte das vollkommene Uebergewicht erhielt. Vorher ist er noch mehr oder weniger deutlich erhalten, und zumal durch die verschiedentlich gefärbten Bänder und Streifen bezeichnet, welche gewöhnlich innerhalb paralleler Begränzungsebenen fortlaufen, und als gehemmte Fortsetzungen der Schichtenbildung zu betrachten sind; auch in den Fällen, da linsenförmige und ellipsoidische Nieren statt der Bänder auftreten, ist noch ein solcher Parallelismus vorhanden, dass man Streichen und Fallen angeben kann.

Die Lage der Parallelmassen rücksichtlich des Horizontes ist auf *Sölvsbjerg* nicht überall dieselbe. In der Nähe der Kieselconcretionen streichen sie ungefähr hor. 6, und treten vertical aus der Plattform des Gipfels heraus; weiter südlich zeigt sich Einschiessen von 80° in hor. 10 S O; in den östlichen Abstürzen ist das normale Streichen beinahe O nach W, weshalb man die Parallelmassen meist im Profile sieht; sie sind stark

die Gabelform ertheilen, durch heftige Einwirkung auf die Magnetnadel zu erkennen giebt. Leop. v. Buch fand Granat im Gesteine des Gipfels (Topographiske Nat. Samlinger I, 149). Auf Brambodkampen, einem anderen Berge in Hadelands Kalkterrain, tritt gleichfalls eine krystallinische Kieselconcretion unter analogen Verhältnissen wie auf Sölvsbjerg auf; sie besteht aus schwarzer, sehr grobkörniger Hornblende mit etwas Feldstein, Pistazit und Titanit, und ist in Hinsicht auf Sölvsbjerg von Wichtigkeit, da sie die syenitische Natur seiner Concretionen ausser Zweifel setzt.

verbogen und zum Theil ganz zusammengerollt. Doch scheint diese Biegung nicht ganz regellos zu seyn, indem sich die Schichten von unten nach oben in dem Maasse aufrichten, in welchem sie sich den Granitbildungen nähern, so dass die diesen am nächsten, also am nördlichsten befindlichen Schichtungsklüfte ganz vertical stehen.

Diese verticale Stellung der Parallelmassen in der Nähe der granitischen Concretion hat zur Folge, dass sich ihre innere Beschaffenheit nicht in ihrer ganzen Erstreckung gleich bleibt. Man erinnere sich, dass der Uebergang aus dem dichten Kalksteine in die krystallinisch-körnigen Kieselbildungen nicht nur in horizontaler Richtung von S nach N, sondern auch in verticaler Richtung von höheren zu höheren Puncten des Berges erfolgte. Inwiefern die Modificationen horizontal vorwärts schreiten, geschieht der Uebergang in der Folge sämmtlicher Parallelmassen; inwiefern sie dagegen von tieferem zu höherem Niveau eintreten, äussert sich der Uebergang auch in einer und derselben Parallelmasse. Die nördlichsten senkrechten Parallelmassen entwickeln krystallinisch-körnige Textur von unten nach oben; hieraus folgt weiter, dass die nördlichsten Schichtungsklüfte die höchsten Ausgehenden der Massen gar nicht erreichen; denn sobald die krystallinische Entwicklung zur gehörigen Vollkommenheit gediehen ist, hört alle Parallelstructur auf.

Ein Theil von *Sölvsbjerg* ist in dem idealen Profil Fig. 3 Tab. VII dargestellt. In *a* führen die Parallelmassen noch Versteinerungen, während *b* ihr granitisches Ende bedeutet, wo sich die Parallelstructur verliert.

Ausser dem Angeführten giebt es gewiss noch vie-

les Merkwürdige an diesem Berge. Mangel an ganz zuverlässigen Beobachtungen gestattet mir nur einige Gänge zu nennen, welche auf der Plattform des Gipfels zu sehen sind, und nach den nördlichen Spitzen hinstreichen. So lange sie sich in den dichten Massen der Plattform befinden, sind sie ganz basaltisch, ½ — 1 Meter mächtig und seiger. Allein in dem granitischen Gesteine des höchsten Gipfels ist die Gangmasse ein deutlicher Grünstein, dessen Erstreckungsform nur unvollkommen mit der eines Ganges übereinstimmt. Fig. 9 Tab. III ist ein Grundriss der gangartigen Grünsteinmassen in der Nähe der Varde (des Feuersignals) auf der südlichen der beiden Klippen.

Analoge Gesteine und Combinationsverhältnisse wie auf dem *Paradiesberge* sind auf *Vettakollen* zu sehen, einem der Berge, welche die westliche Seite von *Christianias* Bassin bilden. Die harten Schiefer von Marmor und Granat begleitet befinden sich im Conflicte mit granitischen Bildungen und namentlich mit Syenit, welcher den obersten und grössten Theil des Berges einnimmt. Dicht an der Syenitgränze und zum Theil im Zusammenhange mit ihr kommt im Schieferterrain eine sehr merkwürdige Massencombination vor, von welcher Tab. VII Fig. 4 einen Grundriss darstellt *).

*) Von *Maridal* führt ein Weg über *Vettakollens* waldigen Fuss nach *Bogstad*; er geht einem kleinen Teich mit Namen *Barnskjernet* vorbei. Befindet man sich auf diesem Wege an dem östlichen und nordöstlichen Ufer des Teiches, und geht darauf ungefähr in der Richtung auf des Berges Gipfel zu in den Wald hinein, so wird man bald die Syenitgränze und die hier bezeichnete Stelle auffinden.

a) Die Gränze zwischen Syenit und hartem Schiefer ist, je nachdem Uebergänge fehlen oder vorhanden sind, mehr oder weniger stark bezeichnet, am stärksten da, wo sie mit den Streichungslinien des Schiefers gleichläuft, am schwächsten und am meisten verwirrt, wo sich die Parallelmassen des Schiefers gegen den Syenit abstoſsen. So weit diese Gränze in das Gebiet der Zeichnung fällt, zeigt sie kaum ein Merkmal, aus welchem man auf die relative Lage der zusammentreffenden Gesteine mit Zuverläſsigkeit schlieſsen könnte. Allerdings fällt der Schiefer ungefähr 70° nach dem granitischen Terrain hin, und wirklich sieht man auch auf andern Puncten der Gräns-Zone isolirte, oder in der Tiefe mit der groſsen Syenitmasse zusammenhängende Syenitpartien hier und da lagerartig zwischen den so einschieſsenden Schiefern eingeschlossen. Allein in einer andern Gegend der Gränze, (südwestlich von *Barnebjernet*) findet sich eine Klippenwand, aus welcher hervorgeht, daſs die Schieferparallelen wenigstens an einigen Puncten bei ihrem Einfallen gegen den Syenit abgeschnitten werden, und sich mit ihrem Schichtensysteme zum Theil an letzteren anlehnen, während sie ihn mit den unteren Ausgehenden berühren. Man sieht nämlich eine 60° bis 80° gegen das Schieferterrain einschieſsende Contactfläche, welche sich en face als ein Theil des syenitischen Bergabhanges präsentirt, und auf welcher gerade so viel Kalkkiesel, Granat und Marmor als Ueberbleibsel des weggerissenen Schieferterrains rückständig geblieben sind, daſs man sie noch als eine unzweideutige Gränzfläche erkennen kann.

b) Eine hornsteinartige, dichte, gangförmige Masse von dicksplittrigem unebenen Bruch; sie scheint nur eine Modification der herrschenden Schieferbildung zu seyn, von welcher sie ausgeht, und mit welcher sie dergestalt zusammenhängt, dass keine Spur der Aufhebung der Continuität weder in irgend einer räumlichen Absonderung, noch in einer plötzlich eintretenden Differenz der inneren Zusammensetzung zu entdecken ist. Der Schiefer hat im Liegenden einen blaulichgrauen krystallinisch - körnigen Kalkstein, und dieser ist es eben, welcher von dem seigeren, etwas über 1 Meter mächtigen Gange durchsetzt wird.

c) Eine gangförmige, etwa 2 Meter mächtige, mit *b* parallele, und wie diese, seiger im körnigen Kalke aufsetzende Porphyrmasse, welche grosse, dicht zusammengedrängte Feldspathkrystalle in einer dichten Kieselmasse enthält, die grosse Aehnlichkeit und nahe Verwandtschaft mit den hornsteinartigen Varietäten der harten Schiefer zeigt. Jedoch sind die eigentlichen Verhältnisse dieses Porphyrs zu den Schiefern schwer auszumitteln. Indem er aus dem Marmor heraustritt, scheint sein gangartiger Charakter verloren zu gehen; denn während er innerhalb desselben sehr scharf zwischen zwei parallelen Salbändern begränzt ist, so wird diese Begränzung nach dem Eintritte in die Schiefer schwankend, und zum Theil so unbestimmt, dass sie sich gar nicht mehr angeben lässt; die Grundmasse des Porphyrs verläuft sich ins Nebengestein, und wird wie dieses von Granat durchdrungen. So erreicht der Gang die nahe befindliche Syenitgränze, über welche hinaus er bald ganz verschwindet, sey es nun, dass er sich in der granitischen Masse

zertrümmert, oder, dass er vermöge einer gewissen Verwandtschaft mit derselben zusammensinkt. Wie sich der Porphyr in seinem fortgesetzten Streichen nach entgegengesetzter Richtung verhalte, ist unbekannt, weil Morast und Vegetation sowohl ihn als den Marmor bedecken.

d, *e*, *f* und *g* sind gangartige, mit *b* ganz analoge, ungefähr 1 Meter mächtige, im körnigen Kalkstein seiger aufsetzende Massen.

h). Eine im Schiefer eingeschlossene Marmorpartie, zu welcher sich jener auf zwei Seiten wie Hangendes und Liegendes zu einem Lager, auf der dritten wie ein Gang verhält. In der gangförmigen Schieferbildung kommen Granat-Aussonderungen so wie kleine Adern und Klüfte von Feldspath vor, was vielleicht von der Nähe des granitischen Terrains herrühren dürfte; der Marmor hat als Lager betrachtet eine Mächtigkeit von ungefähr 6 Meter.

i) Das Verhältniss ist wie in *h*, nur steigt die Mächtigkeit des Marmors nicht über 4 Meter, und die sehr granatreiche gangartige Masse der Kieselbildungen zeigt sehr abgerundete Ecken.

k) Hier ist der Schiefer im Liegenden des Marmors ungefähr 10 Meter von der entgegengesetzten Seite in das Hangende verrückt; die gangförmige Masse, welche die beiderseitigen Schieferparallelen verbindet, bildet mit ihnen ungewöhnlich schiefe Winkel.

l) Dieser Gang (*väg*) wird zumal wegen seiner geringen Mächtigkeit merklich, welche zwischen 3 und 6 Centimeter wechselt. Trotz der vollkommenen Gangform mitten im Marmor und trotz dieser unbedeutenden Mächtigkeit zeigt er deutlich erhaltene

Spuren der Parallelstructur der Schieferbildung, mit welcher er im Hangenden und Liegenden des Marmors durch vollkommene Homogenität der Masse verbunden erscheint; diese Spuren äussern sich in braunen und grünen Farbenüancen, welche Streifen und kurze Bänder quer über sein Streichen bilden. Der Contact mit dem Marmor in den scharf markirten Salbändern ist durch keine sichtbare Veränderung der berührenden Massen bezeichnet; der Marmor ist vollkommen körnig bis dicht an den Gang, und dieser an seinen Salbändern ganz von derselben Beschaffenheit, wie in der Mitte.

m, *n*, *o* und *p* sind Gänge (*väggr*) von der gewöhnlichen Beschaffenheit.

♀) In diesem Puncte kommt eine unregelmässige Ansammlung von Magneteisenerz, Eisenkies und etwas Kupferkies im Marmor vor.

Führt man einen vertikalen Schnitt rechtwinklig über die Streichungslinien der harten Schiefer, z. B. durch *rs*, so erhält man ein Profil, zufolge welchem das Vorkommen des Marmors allerdings in die Kategorie der Lager gehören würde. Allein dabei sind zwei Umstände nicht zu übersehen; erstlich, der veränderliche Abstand des Liegenden vom Hangenden in den Puncten *k*, *i*, *g*, *l* und vielleicht in noch mehreren Puncten, deren Beobachtung die Vegetation unmöglich macht; und zweitens, was wir oben nicht erwähnten, dass der Marmor selbst in Parallelmassen abgesondert ist, welche in Hinsicht auf Streichen und Fallen nicht durchgängig mit jenen der Schiefer übereinstimmen, sondern innerhalb einiger der gangartigen Scheidewände eine horizontale, oder doch nur wenige Grade geneigte Lage haben. So hatten auch *Gjellebäcks* reine Marmorlager eine geringe Neigung, während sich die mit ihnen verknüpften Schiefer oft der seigeren Stellung näherten. Dieses Verhältniss kann um so weniger als eine Abnormität betrachtet werden, wenn man berücksichtigt, dass die Marmorlager nur durch parallele Klüfte als solche bezeichnet zu seyn scheinen, während sich die Parallelmassen der Schiefer auch durch substantielle Differenzen vor einander hervorheben.

(Fortsetzung folgt.)

II.

Ueber das Gesetz der elektrischen Abstoſsungskraft;

von

P. N. C. Egen, Lehr. d. Math. u. Phys. am Gymn. zu Soest.

(Fortsetzung.)

Wir kommen jetzt zu Versuchen, die eine sorgfältigere Beachtung verdienen. Diejenigen, welche von Mayer herrühren, sind so sorgfältig angestellt, sie tragen ein so deutliches Gepräge innerer Wahrheit, sie sind mit einem so groſsen Aufwande analytischer Kunst berechnet, daſs die Kritik es nicht anders als bedauren kann, auch sie verwerfen zu müssen. Die Beurtheilung muſs es hier um so strenger nehmen, da man seit einer langen Reihe von Jahren gewohnt ist, in den Naturwissenschaften nur die geprüftesten Ansichten von Göttingen aus sich verbreiten zu sehen, und da zudem das, was Mayer ausspricht, von einer groſsen Anzahl von hörenden und lesenden Schülern mit Vertrauen aufgenommen wird; da also ein von dieser Stelle ausgehender Irrthum für die Wissenschaft von lange anhaltender schädlicher Wirkung seyn müſste, wenn er nicht aufgedeckt würde. Nur diese Rücksichten haben mich vermögen können, gegen Versuche öffentlich meine Stimme abzugeben, deren würdiger Urheber mir durch seine Schriften so oft lehrreich gewesen ist, den ich aufrichtig hochach-

te, und der mir mit der betreffenden Abhandlung eigenhändig ein sehr werthes Geschenk machte *).

Mayer stellte seine Versuche auf folgende Art an: Ein regelmäfsiger und senkrecht stehender Metallstreifen ab (Taf. 10. Fig. 4) von etwa 4 Zoll Länge und 2 Linien Breite wurde bei b durch Siegellack an die isolirende Glasröhre bcd gekittet, die bei d in einem Fufsgestelle befestigt war. Bei a wurde ein sehr dünner Grashalm ae, dessen Länge $= ab$ war, und der etwa $\frac{1}{7}$ Gran wog, durch die horizontale Axe fg, so an den Metallstreifen befestigt, dafs der Halm sich nur in einer Ebene bewegen konnte, der auf der flachen Seite von ab senkrecht stand. Wird nun dem Streifen ab Elektricität mitgetheilt, so verbreitet sich diese auch über ae, der Halm ae wird um einen gewissen Winkel φ zurückgestofsen, der um so gröfser ist, je mehr Elektricität dem Elektrometer mitgetheilt wurde. Nimmt man nun die elektrische Spannung bei 90° Elevation zu 1 an, so zeigt Mayer durch eine verwickelte und sehr elegant durchgeführte analytische Deduction, dafs die Spannung bei φ° Elevation

1) wenn sich die elektrischen Kräfte verhalten wie umgekehrt die Quadrate der Entfernungen

$$= \left(\frac{\sin 22\tfrac{1}{2}^{\circ} \cdot \sin\varphi}{\sin(45^{\circ} - \tfrac{1}{2}\varphi)}\right)^2, \text{ und}$$

2) wenn sich diese Kräfte verhalten wie umgekehrt die einfachen Entfernungen

$$= \frac{\log \text{tab}\,(2 \sin 45^{\circ})}{\log \text{tab}\,(2 \sin \tfrac{1}{2}\varphi) + 0{,}00579\,(180^{\circ} - \varphi) \cot \varphi} \text{ sey.}$$

*) Die Abhandlung ist enthalten im 5ten Bande der neuern Commentationen der Göttinger Königl. Gesellsch. d. Wissenschaften.

Es wurde, außer den obigen Voraussetzungen, bei der Entwickelung dieser Ausdrücke noch angenommen, daſs die Elektricität auf *ab* und *ae* gleichförmig verbreitet sey, und die Breite von *ab* wurde als unbedeutend nicht beachtet. Mayer berechnete nun für die folgenden Elevationswinkel die nebenstehenden Spannungs-Verhältniſszahlen:

Elevation φ	Spannung nach Formel 1.	Spannung nach Formel 2.
0	0,0000	0,0000
5	0,0023	0,0231
10	0,0098	0,0520
15	0,0225	0,0860
20	0,0414	0,1247
25	0,0668	0,1679
30	0,0986	0,2154
35	0,1378	0,2677
40	0,1839	0,3220
45	0,2372	0,3805
50	0,2977	0,4422
55	0,3651	0,5065
60	0,4393	0,5732
65	0,5199	0,6419
70	0,6065	0,7123
75	0,6989	0,7835
80	0,7952	0,8556
85	0,8960	0,9279
90	1,0000	1,0000

Nach diesen Vorbereitungen wurde eine Leidner Flasche von 470 Quadratzoll belegter Fläche durch einen Draht mit dem Elektrometer in leitende Verbindung gesetzt, und dann so stark geladen, bis der Elevationswinkel 90° betrug. Darauf wurde eine zweite

Flasche von 440 Quadratzoll Belegung mit der ersten durch einen gewöhnlichen Auslader verbunden, und nach aufgehobener Verbindung die Spannung der ersten Flasche wieder am Elektrometer beobachtet. Die zweite Flasche wurde nun entladen, und dann wieder mit der ersten Flasche verbunden, wodurch dieser wiederum fast die Hälfte der Elektricität entzogen werden mufste. Das Elektrometer zeigte die vorhandene Spannung. So fortfahrend wurden zu jedem Versuche 4 verschiedene und abstufende Elevationswinkel beobachtet. Eine Reihe von 10 solcher Beobachtungen ist mitgetheilt worden, unter denen sich die abweichendsten nur um 2 Grad vom Mittel entfernen. Das Mittel aus dieser Reihe giebt den Elevationswinkel nach der ersten Vertheilung = 55°,5, nach der zweiten = 34°,6, nach der dritten = 20°,2, nach der vierten = 11°,8 an. Mayer hatte durch Nebenversuche gefunden, dafs der Verlust an Elektricität während der Dauer jedes Versuchs unmerklich war; alle störende Einwirkungen von Aufsen wurden mit möglichster Sorgfalt entfernt gehalten.

Nimmt man nun mit Mayer an, dafs sich die Elektricität in den beiden Flaschen nach dem Verhältnifs der belegten Fläche vertheile, so läfst sich daraus die zurückgebliebene Spannung in der ersten Flasche, so wie durch eine einfache Interpolation aus der obigen Tabelle nach der ersten und zweiten Hypothese der entsprechende Elevationswinkel berechnen. Die Berechnung giebt:

Spannung nach der	berechneter Elevationswinkel nach Hypoth. 1.	nach Hypoth. 2.	beobachtet. Winkel
1t. Vertheilung $=\left(\frac{47}{91}\right)^1 = 0{,}516$	64,6	55,8	53,5
2ten - - $=\left(\frac{47}{91}\right)^2 = 0{,}266$	47,3	35,0	34,6
3ten - - $=\left(\frac{47}{91}\right)^3 = 0{,}137$	34,5	21,5	20,2
4ten - - $=\left(\frac{47}{91}\right)^4 = 0{,}070$	25,1	12,6	11,8

Die auffallende Uebereinstimmung der beobachteten Winkel mit den nach der zweiten Hypothese berechneten gab Mayer die Ueberzeugung, dass allein diese zweite Hypothese zulässig sey, wozu er sich auch ohne Rückhalt bekennt. Ich hoffe aber für jeden Unbefangenen genügend zeigen zu können, dass dieses aus den gemachten Beobachtungen nicht zu beweisen ist. Mayer hat nämlich bei seiner Untersuchung mehrere wichtige Umstände übersehen, die ich jetzt einzeln durchgehen werde.

1) Es hat Mayer zuvörderst darin gefehlt, dass er annahm, die Elektricität sey über dem Metallstreifen und dem Grashalme gleichförmig vertheilt gewesen. Die Verbindung der Flasche mit dem Elektrometer durch eine Kette und einen Draht bildet zusammengenommen einen so unregelmässigen Körper, dass ich mir über die verschiedene Dicke der elektrischen Schicht im Elektrometer gar kein Urtheil anmasse. Sie genau zu berechnen übersteigt bis dahin bei weitem die Kräfte der Analysis. Wahrscheinlich wird die Schicht nach den Enden *b* und *c* zu dicker, wie das im Allgemeinen bei dünnen Cylindern und schma-

len Streifen der Fall ist. Ich sehe sehr gut ein, dass sich durch die Annahme, die Elektricität sey am meisten in den Enden *b* und *e* angehäuft, die Beobachtungen um so mehr von der ersten Hypothese entfernen. Denn wäre alle Elektricität in den Enden vereinigt, so müssten sich nach der ersten Hypothese, die elektrischen Kräfte zu einander verhalten, wie die Cuben der Entfernungen der Enden, nach der zweiten Hypothese, wie die Quadrate ihrer Entfernungen *); und nach den Beobachtungen verhalten sich die Kräfte beinahe wie die einfachen Entfernungen. Nach einer angestellten Berechnung betrüge bei einer solchen Voraussetzung der Exponent der Entfernung im Mittel nur 0,5. Es kann aber auch hier meine Absicht nicht seyn, die erste Hypothese aus den Versuchen von Mayer als wahr zu erweisen; es genügt mir, wenn ich zeige, dass sie nicht die zweite Hypothese als völlig begründet darstellen.

2). Die Vertheilung der Elektricität im Elektrometer ist nicht allein ungleichförmig, sondern auch mit dem Winkel φ veränderlich. Da nämlich die Vertheilung von der Form der Oberfläche abhängt, so muss sie sich ändern, wenn sich diese Form ändert, also wenn *ae* gegen *ab* in eine andere Lage kommt. Ueber diese Veränderung läfst sich ebenfalls nichts Genaues angeben. Man kann nur im Allgemeinen sagen, dass sich die Elektricität im Elektrometer vermindert, wenn φ kleiner wird. Denn liegt *ae* auf *ab*, so enthalten jetzt beide Körper nicht viel mehr Elektricität, als früher *ab* allein enthielt, weil *ab*

*) Francoeur, Traité élémentaire de Mécanique, 4. édit. p. 179.

durch die Anlehnung von ae nur unbedeutend an Oberfläche gewinnt. Ist aber φ ein etwas bedeutender Winkel, so muſs ae eine ziemlich groſse Maſſe von Elektricität enthalten, weil dieſe nach den dünnen äuſsern Theilen eines Leiters ſtark hingedrängt wird. Dieſer Umſtand bewirkt es, daſs die beobachteten Winkel um ſo mehr kleiner ausfallen, als ſie ſeyn würden, wenn die Vertheilung immer dieſelbe bliebe, je näher ae an ab heranrückt, und iſt wohl der wichtigſte von allen, die hier aufgezählt werden.

3) Mehrere Umſtände wirkten dahin, daſs die in der groſsen Flaſche zurückgebliebene Elektricität geringer war, als Mayer ſie bei ſeiner Berechnung vorausſetzte. Die Elektricität vertheilt ſich nicht nach dem Verhältniſſe der Oberfläche zweier Leiter; ſind die Leiter ähnliche Körper, ſo erhält der kleinere verhältniſsmäſsig mehr Elektricität als der gröſsere. Aus dieſem Grunde wurde bei jeder theilweiſen Entladung der erſten Flaſche mehr als $\frac{4}{21}$ der vorhandenen Elektricität entzogen. Auch die Elektricität, die der Entlader nach jeder Verbindung der beiden Flaſchen mit wegnahm, ſo wie die, welche durch Abtretung an die Atmosphäre und durch eine unvollkommene Iſolirung, verloren ging, hätte bei der groſsen Flaſche in Abrechnung gebracht werden ſollen. Ich halte aber ſelbſt dafür, daſs dieſe abzurechnende Elektricität nicht ſehr bedeutend war.

4) Die Verſuche von Mayer werden dadurch ſehr unzuverläſſig, daſs man nicht verſichert ſeyn kann, daſs das Glas der beiden gebrauchten Flaſchen gleich dick war. Bezeichnet man die bei einem Condenſator auf der einen Seite freie Elektricität mit E, und die freie und gebundene zuſammengenommen mit E', ſo

hat man $E : E' = 1 - m^2 : 1$, wo m anzeigt, welchen Theil von E' die auf der entgegengesetzten Seite gebundene Elektricität ausmacht. Dieses m hängt bei Leidner Flaschen lediglich von der Dicke des Glases ab, und hat auf die Ladung E' einen sehr bedeutenden Einfluſs. Es kann in zwei Flaschen E in der einen $= E$ in der andern seyn, ohne daſs das E' in der erstern $= E'$ in der zweiten ist, da für beide Flaschen m verschieden seyn mag.

Bei einem vorläufigen Ueberblicke glaubte ich, daſs auch darin gefehlt sey, daſs man die Breite des Streifens *ab* bei der Berechnung als unbedeutend vernachlässigt habe. Eine leicht anzustellende Rechnung weiset aber aus, daſs selbst bei nur 12° Erhebung von *ae* diese Vernachlässigung noch keinen Fehler von ½ Grad bewirken kann, weswegen dagegen nichts zu erinnern ist.

Man wird mir zugestehen müssen, daſs ich ohne Vorurtheil und völlig unparteiisch meine Einwürfe gegen die aus Mayer's Versuchen gezogenen Folgerungen aufgestellt habe. Jeder Unbefangene wird aber auch eben so gern mir beipflichten, wenn ich behaupte, daſs diese Gegengründe die Beweiskraft der Versuche von Mayer völlig aufheben.

Ich gehe jetzt zur Untersuchung der Simon'schen Versuche über *). Sie unterscheiden sich hinsichtlich ihres wissenschaftlichen Werthes dadurch wesentlich von denen von Mayer, daſs, während bei diesen das

*) Gilbert, Annalen der Physik, Bd. 28. p. 277 sq.

Fehlerhafte des aus ihnen gezogenen Resultats auf der Einrichtung der Versuche, es bei jenen hauptsächlich auf der Berechnung beruht.

Simon verfertigte sich aus sehr dünnen Glasstäbchen eine Wage, wie sie in Fig. 5. Taf. 10 dargestellt ist; die Länge jedes Wagenarms betrug 4 Zoll, die Länge der Zunge ebenfalls 4 Zoll, der Durchmesser der Hollundermarkkugel b = 0,4 Zoll. Die Wage gab für $\frac{1}{230}$ Gran einen Grad-Ausschlag, dessen Viertel noch geschätzt werden konnte; bis zu 16 Grad Ausschlag kann man mit hinlänglicher Genauigkeit jeden Grad zu $\frac{1}{230}$ Gran berechnen. Der Ausschlag wurde an einem unten befestigten Gradbogen beobachtet. An einem Ständer AB trug eine Hülse cd einen Glasstift fe, an welchem bei e eine Hohlundermarkkugel von 0,4 Zoll Durchmesser steckte. Die Hülse wurde so lange verschoben, bis die beiden Kugeln b und e sich berührten, während die Zunge den Nullpunkt des Gradbogens schnitt, und der Wagebalken horizontal schwebte.

Nach dieser Vorbereitung wurde den beiden Kugeln Elektricität mitgetheilt, die sich nun um eine bestimmte Anzahl von Graden von einander entfernten, welche Entfernung beobachtet wurde. Dann wurde der andere Arm der Wage mit Gewichten, aus Drahtringelchen bestehend, und wovon jedes $\frac{1}{250}$ Gran wog, beschwert, wodurch sich der Abstand der Kugeln verminderte; der neue Abstand wurde ebenfalls genau abgelesen. Aus solchen Beobachtungen läfst sich dann auf das Repulsionsgesetz ein Schlufs machen. Bei Ausschlagewinkeln bis zu 16 Grad kann man mit hinlänglicher Genauigkeit die Bogen für die Sehnen nehmen,

und die Abstoſsungskraft als ſenkrecht auf den Wagebalken wirkend betrachten, wovon man ſich leicht durch eine ſcharf geführte Rechnung überzeugt. Durch vorläufige Verſuche hatte ſich Simon davon verſichert, daſs der Verluſt an Elektricität während jedes Verſuchs zu unbedeutend war, als daſs er beachtet werden müſste.

Nimmt man an, die Elektricität ſey über die Oberfläche der beiden Kugeln gleichförmig vertheilt, ſo ſtoſsen ſich die Kugeln ſo zurück, als wirkten die Abſtoſsungskräfte von ihren Mittelpunkten aus; wenigſtens gilt dies dann, wenn das Coulomb'ſche Geſetz das wahre iſt. Die Entfernung dieſer Mittelpunkte beträgt bei der Berührung der Kugeln = 0,4 Zoll oder 5°,8. Kommen aber die elektriſirten Kugeln nahe zuſammen, ſo wird die Elektricität in beiden Kugeln zurückgedrängt, ſo daſs dann die Abſtoſsungsmittelpunkte hinter den geometriſchen Mittelpunkten liegen. Wie viel darnach die beobachtete Entfernung vergröſsert werden müſste, läſst ſich nur durch eine ſchwierige Berechnung ausmitteln.

Es möge nun der anfängliche Ausſchlag a Grade betragen; nachdem $\frac{c}{250}$ Gran Gewicht aufgelegt worden iſt, betrage der Ausſchlag noch b Grade. Ferner mögen ſich die Abſtoſsungskräfte zu einander verhalten wie umgekehrt die $x$ten Potenzen der Entfernungen. Unter dieſen Vorausſetzungen findet man leicht

$$x = \frac{\log(b+c) - \log a}{\log(a+5{,}8) - \log(b+5{,}8)}$$

Ich will nun die Simon'ſchen Beobachtungen nebſt den daraus berechneten Werthen von x in einer Ta-

belle zusammenstellen. Zugleich will ich in der letzten vertikalen Reihe angeben, um wie viel Grade *b* grösser seyn müsste, damit die Beobachtungen vollkommen der Coulomb'schen Theorie entsprächen:

a	*b*	*δ*	*x*	*b* muss vergrössert werden, damit $x = 2$ sey, um
11,5°	7,5°	10	1,6	0,7°
15,0	9,5	15	1,6	0,9
13,25	7,5	15	1,5	1,3
11,0	6,0	14	1,7	0,7
13,5	7,5	15	1,4	1,6
7,25	3,75	10	2,0	0,0
16,0	9,0	20	1,6	1,4
8,0	3,5	10	1,2	1,3
13,75	6,0	25	1,6	1,2
15,0	6,5	25	1,7	0,7
10,0	5,0	15	1,8	0,4
11,25	5,0	20	1,8	0,6
12,5	4,5	30	1,7	0,7
8,25	2,75	20	2,0	0,0
7,75	2,5	15	1,7	0,7
12,5	3,5	35	1,7	1,1
11,25	3,0	35	1,8	0,5
6,75	1,0	15	1,4	1,3
11,75	1,5	45	1,6	1,6
7,75	0,5	20	1,3	2,0

Bei aufmerksamer Untersuchung der vorstehenden Tabelle wird man finden, dass die Simon'schen Versuche mit einer Uebereinstimmung, die den guten Beobachter bewährt, und wie sie nicht besser gefordert werden kann, die Coulomb'sche Theorie bestätigt. Man ersieht aus ihr, dass *b* um so mehr vergrössert werden muss, je weiter die beiden Ausschläge der Wage auseinanderliegen, und je näher nach Ausle-

gung eines Gewichts die beiden elektrisirten Kugeln zusammenrückten. Dass hier einige Anomalien in den Zehnteln der Grade vorkommen, konnte durchaus nicht anders seyn, weil höchstens bis auf ½ Grad genau beobachtet werden konnte, wie diess Simon selbst gesteht, und wie es auch aus den Beobachtungen hervorgeht. — Eigentlich müssten zu der grössern Entfernung *m* und zu der kleinern *n* Grade addirt werden, wo dann *m* und *n* um so viel grösser werden, je kleiner die Entfernung ist, so dass immer $m < n$, und zwar um so mehr, je grösser die Differenz zwischen beiden Entfernungen ist, und je kleiner die Entfernungen selbst sind. Noch deutlicher als aus der vorhin aufgestellten Tabelle geht diese Uebereinstimmung der Theorie mit der Erfahrung aus folgenden berechneten Versuchen, die Simon anstellte, hervor.

a	*b*	*c*	*x*	*b* muss vergrössert werden, damit $x = 2$ sey, um
10°	9°	2,1	1,6	0,2°
10	8	4,5	1,6	0,3
10	7	7,3	1,7	0,4
10	6	10,6	1,7	0,5
10	5	15,0	1,8	0,4
10	3,5	21,0	1,7	0,8
10	1,75	30,3	1,6	1,3
10	0,0	48,0	1,6	1,4
12	11	2,0	1,4	0,3
12	10	4,4	1,5	0,4
12	9	7,0	1,6	0,6
12	8	10,0	1,6	0,7
12	7	13,5	1,6	0,8
12	6	18,0	1,7	0,8
12	5	23,8	1,8	0,7
12	3,5	32,0	1,7	1,0
12	1,75	45,0	1,6	1,4
12	0,0	70,0	1,6	1,6

Ich muſs gestehen, daſs ich diese groſse Uebereinstimmung der Theorie mit der Erfahrung, wie sie aus vorstehender Tabelle hervorgeht, anzutreffen nicht gehofft hatte, obschon ich in den Simon'schen Versuchen zum Voraus eine Bestätigung der Coulomb'schen Theorie zu finden erwartete. Bedenkt man nämlich, daſs jede Kugel beinahe 5 Linien im Durchmesser hatte, während ein Grad um ⅓ Linie ausmacht, so wird jedermann die obigen von der Theorie vorausgesagten Abweichungen für so durchaus genügend halten, als es je gefordert werden kann. Ständen diese Versuche auch allein da, so müſsten sie den urtheilsfähigen Physiker von der Wahrheit des Coulomb'schen Gesetzes völlig überzeugen.

Wollte man diese Versuche der Simon'schen Theorie anpassen, so müſste meistens *b* um 3 Grade vermindert werden. Welchen Grund könnte man für die Nothwendigkeit einer solchen Verminderung angeben?

Die Leser, welche den Simon'schen Aufsatz nicht kennen, werden mit Verwunderung fragen, wie denn Simon seine Versuche berechnet habe, um nicht auch das zu finden, was wir hier fanden. Sein Fehler liegt darin, daſs er als Entfernung der Kugeln die der nächstgelegenen Punkte ihrer Oberfläche, anstatt der ihrer Mittelpunkte, annahm. Ich begreife nicht, wie er diesen Fehler hat begehen können, und wie ihn Gilbert, der einen so rühmlichen Fleiſs darauf verwandte, die in seine Zeitschrift aufzunehmenden Aufsätze genau durchzusehen, zu verbessern und zu commentiren, der ihm in zwei zu verschiedenen Zeiten geschriebenen Anmerkungen so nahe auf der Spur

war, mag überfehen haben, da er doch fo offen da liegt, dafs ich es mir auch nicht zum geringften Verdienft anrechne, auf ihn zuerft öffentlich aufmerkfam gemacht zu haben. Hätte Simon dies Verfehen nicht begangen, fo würde er durch feine Verfuche die Coulomb'fche Theorie beftätigt gefunden haben, und dann hätte wahrfcheinlich in Deutfchland niemand weiter daran gedacht, dagegen aufzutreten.

Ich habe ohne Rückhalt alle der Berechnung fähigen Verfuche berechnet, die Simon mitgetheilt hat, und zwar ohne fie in irgend einem Punkte abzuändern. Nur zwei von Simon mitgetheilte Verfuche konnten nicht berechnet werden, weil das Maafs der Längen-Einheit der Eintheilung des Ständers nicht angegeben worden ift.

* * *

Ich habe nun noch, faft zum Ueberflufs, die eigenen Verfuche mitzutheilen, an denen fich die Coulomb'fche Theorie prüfen läfst. Ich wählte zu diefen Verfuchen nicht die Drehwage, weil meine Mufse es mir nicht verftattete, über das Drehungsgefetz von feinen Drähten vorläufige Verfuche anzuftellen, und weil ohne fie man in Deutfchland das meinen Verfuchen entgegenftellen könnte, was man den Verfuchen Coulomb's entgegengefetzt hat. Einige Experimente, welche ich mit Kugeln anftellte, die an fehr feinen Seidenfäden hingen, und deren Aufhängungspunkte ich in beliebige genau zu meffende Entfernungen bringen konnte, überzeugten mich, dafs auf diefem Wege nicht mit der erforderlichen Leichtigkeit eine hinlängliche Genauigkeit zu erreichen fey. Ich wandte

mich alſo zu der Simon'ſchen Wage, da zudem die Abwägungen der elektriſchen Kraft vermittelſt dieſes Inſtruments nicht verdächtig gemacht werden können.

Gilbert that den Vorſchlag *), eine gewöhnliche, ſehr genaue Wage zu ſolchen Abwägungen zu benutzen. Bei näherer Ueberlegung der Sache würde er gefunden haben, daſs das nicht angehe. Die Fortin'ſche Wage, womit Lefevre-Gineau die Unterſuchungen über das Grammen-Gewicht anſtellte, gab nur für $\frac{1}{30}$ Gran noch einen bemerkbaren Ausſchlag **). Meine eigene Wage hat faſt dieſelbe Empfindlichkeit, da ſie bei einer Belaſtung von 1 Kilogramm noch für 1 Milligramm einen bemerkbaren Ausſchlag giebt. Dieſe Empfindlichkeit reicht aber bei weitem nicht hin, im Kleinen elektriſche Abſtoſsungskräfte abzuwägen.

Der eine Arm der elektriſchen Wage, die ich mir anfertigte, beſteht aus Meſſingdraht No. $\frac{8}{0}$, der andere aus einer dünnen Stange Gummilack; jeder Arm iſt 3,50 rhl. Decimalzoll lang. Ich nahm darum den einen Arm aus Draht, weil es dadurch in meiner Macht ſtand, den Schwerpunkt nach Willkühr dem Unterſtützungspunkte zu nähern. Zwei feine Nähnadelſpitzen kittete ich unter rechten Winkeln an ein kurzes Gummilackſtäbchen, und dieſes unter die Mitte des Wagebalkens. Dieſe Nadelſpitzen ſtehen auf einer polirten Achatplatte, und geben der Wage, als ſehr feinen Unterſtützungspunkten, die möglich gröſste Beweglichkeit. Das Gummilack des einen

*) Gilbert, Annalen der Phyſik, B. 60. p. 25.

**) Base du système métrique, t. III. p. 630.

Arms iſt vorn ſehr fein ausgezogen, und trägt hier eine genau abgerundete Korkkugel von 0,335 Dec. Zoll Durchmeſſer. Auf dem andern Arm iſt querüber ein Drähtchen gekittet, um die Gewichtringelchen aufzunehmen. Zugleich trug dieſer Arm anfänglich eine Papierſcheibe, um die Schwankungen zu vermindern; dieſe wurde jedoch ſpäter weggenommen, weil ſie ſehr merklich als hygroſcopiſche Subſtanz wirkte, und dadurch das Gleichgewicht ſtörte. Auch die Korkkugel wirkte hygroſcopiſch, jedoch nicht ſo merklich, als das Papier. Der Wagebalken nebſt Zubehör wiegt 1,522 Gramm. Die Ausſchläge der Wage wurden nicht nach Graden, ſondern an einer verticalen Eintheilung, wovon jeder Theil = 0,05 Decimalzoll beträgt, beobachtet, wobei das Quadrantchen des einen Arms als Alhidadenzeiger diente. Ein Viertel von jedem Theile konnte ſehr gut geſchätzt werden. Ein Gewicht von etwas mehr als 0,00001 Gramm giebt einen Ausſchlag von ¼ Theil; meine Wage iſt alſo über fünfmal ſo empfindlich, als die Simon'ſche: ſie muſste dieſes ſeyn, wenn ich meinen Zweck erreichen wollte, die elektriſchen Abſtoſsungskräfte in beträchtlichern Entfernungen zu prüfen. Ein kleines Papierfaſerchen giebt noch einen bemerkbaren Ausſchlag. Die Coulomb'ſche Drehwage war noch 24 mal ſo empfindlich als meine Wage, und geſtattete alſo Abwägungen in noch gröſsern Entfernungen. — Zu der Wage gehört ein Ständer, der eine gut gearbeitete vierckige Meſſingſtange trägt, an welcher ſich ein Schieber in ſanfter Bewegung auf und nieder bringen läſst. Der Schieber trägt eine 4 Decimalzoll lange horizontale Stange von Gummilack, die vorn ſpitz aus-

gezogen ist, und hier eine Korkkugel von 0,355 Dec Zoll Durchmesser trägt. — Die gebrauchten Gewichte bestehen aus Stückchen Draht, der von einer bewundenen Guitarresaite abgewickelt wurde; jeder Gewichttheil ist 0,034 Dec. Zoll lang, und giebt im Mittel einen Ausschlag von 1,1 Längentheil. Dieser Ausschlag war nicht constant; er wurde darum vor und nach jeder Reihe von 4 bis 5 Versuchen aufs sorgfältigste von Neuem untersucht.

Die Versuche wurden nun auf folgende Art ausgeführt. Der ganze Apparat wurde in einem Glaskasten aufgestellt, der ganz verschlossen werden konnte. Nachdem hier die Wage in Ruhe gekommen war, wurde ihr Stand abgelesen, die Korkkugel des Ständers mit der Korkkugel der Wage seitwärts in gleiche Höhe gebracht, und der Stand des Schiebers am Ständer scharf bezeichnet. Darauf wurde die Korkkugel des Ständers um eine bekannte Größe erhöht, und genau senkrecht über die Kugel der Wage gebracht; beide Kugeln wurden dann gleichnamig elektrisirt, und die Wage mit so viel Gewicht beschwert, bis sie beiläufig den anfänglichen Stand wieder eingenommen hatte. Dieser Stand wurde abgelesen, woraus sich die wahre Entfernung der Kugeln und die wahre Belastung ergab. Hierauf wurde die Kugel des Ständers um eine bekannte Größe erniedrigt, und die Wage mit so viel Gewicht beschwert, bis sie wieder beiläufig auf den anfänglichen Stand zurückgebracht worden war. Dann wurde dieser Stand genau abgelesen, woraus sich die zweite wahre Entfernung der Kugeln so wie die zweite wahre Belastung ableiten liess. Bei jedem Versuche wurden alle diese Operationen wiederholt. Jeder Ver-

such dauerte etwa 10 Minuten; aber vom ersten Einspielen der Wage nach der Elektrisirung bis zum andern, vergingen nur höchstens 2 Minuten, und die Isolirung war so vortrefflich, dass in 5 Minuten Zeit die Kugeln sich nicht merklich näherten. Nach jedem Versuche wurden die Kugeln aufs sorgfältigste entladen, damit das neu zu beobachtende anfängliche Gleichgewicht der Wage nicht durch elektrische Einwirkungen gestört werde.

Von den angestellten Beobachtungen theile ich nur diejenigen mit, welche sich auf elektrische Abstossungen in grössern Entfernungen beziehen, und welche also die Simonschen Versuche ergänzen. Die unterdrückten Versuche in kleinern Entfernungen bestätigen die aus den Simon'schen Versuchen gezogenen Resultate vollkommen. Ich darf hier nicht verschweigen, dass ich aus den Reihen der mitzutheilenden Versuche drei Versuche auslasse, und dieses darum, weil sie durch äussere Störungen misslungen waren. Alle übrigen Versuche werden sämmtlich mit aller Treue mitgetheilt.

Ich habe die Versuche in drei Abtheilungen gebracht; die in der Abtheilung I. sind bei schwacher Elektrisirung angestellt, die in der Abtheilung II. bei stärkerer Elektrisirung, und endlich die in der Abtheilung III. bei noch stärkerer Elektricität.

Ich habe unter der Rubrik *Fehler der ersten Beobachtung* die Correction angegeben, die bei dieser Grösse anzubringen wäre, damit die Beobachtung genau dem Coulomb'schen Gesetze entspräche. Diese Cor-

rection besteht vorab aus den Beobachtungsfehlern der beiden Belastungen und der beiden Entfernungen; dann ist auch in ihr mitbegriffen der Einfluss der Grösse, um welchen die Repulsions - Mittelpunkte auch hier noch hinter den geometrischen Mittelpunkten liegen. Wer dieses überlegt, und dabei bedenkt, dass $\frac{1}{10}$ Gewichttheil aus einem Drahtstückchen besteht, welches mit blossen Augen nur auf hellem Grunde noch zu sehen ist; dass die Ansetzung von ein Paar Sonnenstäubchen das Gleichgewicht der Wage zu stören vermochte, dass auch dieses Gleichgewicht eine Veränderung in der Temperatur und der Feuchtigkeit der Luft einen merklichen Einfluss äusserte, der wird diese Correction nach ihrem wahren Werthe zu beurtheilen wissen. — Die Entfernungen sind in Theilen angegeben, deren 200 einen rheinländischen Decimalzoll ausmachen, und die Belastungen in den eben beschriebenen Gewichttheilen, wovon 8,4 = 0,601 Gramm schwer sind.

Berechnete Beobachtungen über das

Abtheilung	Nro. der Beobacht.	Erste Entfernung	Zweite Entfernung	Erste Belastung
I	1	276	211	0,9
	2	263	204	0,9
	3	256	189	1,2
	4	263	220	1,8
	5	267	201	2,8
	6	207	193	2,5
	7	243	156	2,6
	8	313	173	2,6
	9	298	175	2,6
	10	312	151	2,6
	11	251	163	2,7
II	12	326	231	3,0
	13	226	151	4,6
	14	220	148	6,2
	15	271	173	7,3
III	16	209	159	10,0
	17	217	159	10,9
	18	228	187	11,4
	19	209	159	12,6
	20	239	133	13,0

Man ersieht aus den mittlern Exponenten, daſs für die zubehörigen Entfernungen die ungleiche Vertheilung der Elektricität auf der Oberfläche der Kugeln zwar einen geringern Einfluſs auf die Abstoſsung ausübt, als bei den von Simon angewandten Entfernungen; daſs dieser Einfluſs aber immerhin noch merkbar bleibt. Will man ihn fast ganz beseitigen, so muſs man zur Coulomb'schen Drehwage seine Zuflucht nehmen. Man könnte allerdings die Empfind-

Gesetz der elektrischen Abstossung.

Zweite Belastung	Correction der erst. Bel.	Exponent der Entf. denen die Belast. umgekehrt proport. sind	Mittlerer Exponnet.
1,3	− 0,03	1,4	1,94
1,4	− 0,1	1,7	
1,8	− 0,2	1,4	
2,7	+ 0,1	2,3	
5,8	+ 0,4	2,5	
7,1	0,0	2,0	
6,3	0,0	2,0	
7,3	− 0,4	1,8	
8,8	+ 0,3	2,2	
10,7	− 0,1	2,0	
6,6	0,0	2,0	
6,5	+ 0,2	2,2	1,92
9,1	− 0,5	1,7	
12,9	− 0,3	1,9	
16,2	− 0,5	1,9	
16,1	− 0,5	1,8	1,92
20,9	0,0	2,0	
16,4	− 0,5	1,9	
21,9	0,0	2,0	
40,5	− 0,3	1,9	

lichkeit elektrischer Wagen noch vergrösern; man würde aber schwerlich viel dabei gewinnen, weil äussere Einflüsse zu störend auf sie einwirken. Die Drehwage ist störenden Einwirkungen von Aussen viel weniger ausgesetzt.

Zusatz. Es ist wohl nicht unpassend am Schlusse der gegenwärtigen Abhandlung, noch eine ihr verwandte Arbeit zu berühren, da ich Gelegenheit habe, dieselbe durch Berichtigung eines Irrthums, mit den Resultaten unsers Hrn. Verfassers in Einklag zu

bringen. Auf ähnliche Art wie hier, ist nämlich schon im Jahre 1823 von Hrn. Dr. Kaemtz zu Halle (S. dessen Dissertatio de legibus repulsionum electricarum mathematicis) eine Untersuchung über den obigen Gegenstand angestellt worden. Das Resultat derselben, theils aus den Arbeiten Simon's, Parrot's, Mayer's u. s. w. gezogen, theils auf eignen Versuchen beruhend, weicht indess sehr von dem ab, was Coulomb und unser Hr. Verfasser gefunden, und ist kürzlich diess: dass die elektrischen Repulsivkräfte sich umgekehrt verhalten, wie die *Potenz* 1,2 der Entfernungen. Es liegt nicht in meiner Absicht zu untersuchen, worin diese Abweichung bei den von meinem Freunde angestellten Versuchen ihren Grund habe, indem derselbe dazu die Mittel am hinlänglichsten selbst besitzt. Ich kann jedoch nicht unerwähnt lassen, und diess veranlasst die gegenwärtige Bemerkung, dass in der Berechnung der Simon'schen Versuche ein Fehler begangen ist. Der Abstand der Kugeln nämlich, wurde zwar ganz richtig auf die Mittelpunkte derselben bezogen und, da er schon in Graden ausgedruckt war, um 6° (unser Hr. Verf. hat dafür genauer 5°,8 genommen) vergröſsert; allein die Neigungen des Wagebalkens gegen die Horizontallinie, die neben dem aufgelegten Gewicht die Gröſse der elektrischen Kraft messen, haben irrigerweise eine gleiche Vergröſserung erlitten, und dadurch ist der Exponent zu klein ausgefallen, im Mittel aus den 7 ersten Versuchen von Simon, zu 1,217. Hr. Dr. Kaemtz hat übrigens bei den Entfernungen die Chorden statt der Bogen genommen und auch die Kraft nach senkrechter Richtung auf dem Wagebalken zerlegt. Seine Formel:

$$x = \frac{\log \frac{bm + pm}{am} + \log \cos \frac{1}{2} b - \log \cos \frac{1}{2} a}{\log \sin \frac{1}{2} a - \log \sin \frac{1}{2} b}$$

liefert dieselben Resultate, welche unser Hr. Verfasser gefunden hat, wenn man in dem ersten Logarithmen des Zählers, für a und b, die von Simon direct beobachteten Winkel setzt, in den übrigen Ausdrücken aber, dieselben um 5°,8 oder 6° vergröſsert. Hr. Dr. Neumann hieselbst, ist es, der mich auf Obiges aufmerksam machte; derselbe hat mir auch schon in diesem Sommer mündlich mitgetheilt, dass die Simon'schen Versuche, nach richtiger Berechnung, sehr nahe mit denen von Coulomb übereinstimmen. Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, dass dieses den verdienstlichen Untersuchungen unseres Hrn. Verfassers keinen Abbruch thun kann.

P.

III.

Ueber neue Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff und über einige andere bei der Zersetzung des Oels durch Hitze erzeugte Substanzen;

von

Hrn. M. Faraday *).

Es ist gegenwärtig allgemein bekannt, dass, wenn in den Anstalten für tragbares Gas das zum Gebrauch bestimmte Oelgas comprimirt worden ist, eine Flüssigkeit abgesetzt wird, welche sich fortnehmen und im flüssigen Zustande aufbewahren läst. Der angewandte Druck beläuft sich auf 30 Atmosphären. Bei den Operationen geht das Gas, welches zuvor in einem Gasometer über Wasser enthalten ist, in einen grossen Recipienten und aus diesem mittelst Röhren in die tragbaren Gefässe. In dem Recipienten findet die hauptsächlichste Condensation Statt; aus dem Gefässe aber wurde die Flüssigkeit genommen, mit welcher ich arbeitete. Sie wurde vom Boden durch Oeffnung eines Kegelventils abgelassen, wobei gewöhnlich zuerst eine Portion Wasser und dann jene Flüssigkeit erscheint. Diese schäumt auf, so wie sie heraustritt und mittelst der Verschiedenheit im Brechungsvermögen kann man sehen, dass ein dichter durchsichtiger Dampf von der Oeffnung durch die Luft hernieder steigt. Das Aufbrausen geht indess augenblicklich vorüber und die Flüssigkeit kann in gewöhnlichen mit Glasstöpseln oder selbst mit Kork verschlossenen Flaschen aufbewahrt werden. Eine dünne Phiole ist stark genug sie einzuschliessen. Ich erfuhr, dass 1000 Cubikfuss eines guten Gases fast eine Gallone (191 par. Cub. Zoll) von dieser Flüssigkeit liefern.

Sie ist dünnflüssig und leicht, zuweilen durchsichtig und farblos,

*) Aus dem Phil. Mag. Sept. 1825 p. 180. Frei und mit einigen Verkürzungen übersetzt. Eine vorläufige Nachricht von dieser Arbeit haben die Leser schon im Bd. 80. S. 469 erhalten.

zuweilen aber opalescirend; ist gelb oder braun, wenn das Licht durch sie hindurch geht, und grün, wenn es von ihr zurückgeworfen wird. Sie hat den Geruch des Oelgases. Wenn die Flasche, in welcher sie enthalten ist, geöffnet wird, so findet von der Oberfläche der Flüssigkeit eine Verdampfung Statt, und man kann mittelst der Streifen in der Luft sehen, daſs Dämpfe von ihr aufsteigen. Hierbei kocht sie zuweilen, wenn ihre Temperatur um einige Grad erhöht worden ist. Nach kurzer Zeit hört aber diese reichliche Dampfentwicklung auf, und der zurückbleibende Antheil ist verhältniſsmäſsig nicht flüchtig.

Diese Substanz hat ein specif. Gew. von 0,821, erstarrt nicht bei 0° *F*, ist völlig oder beinahe unlöslich in Wasser, dagegen sehr löslich in Alkohol, Aether, ätherischen und fetten Oelen. Sie ist neutral gegen Probefarben. In alkalischen Lösungen ist sie nicht auflöslicher, als in Wasser, und nur eine geringe Menge wird von diesen aufgenommen. Salzsäure hat keine Wirkung auf sie. Salpetersäure wirkt langsam auf sie und erzeugt salpetrige Säure, Salpetergas, Kohlensäure, und zuweilen Hydrocyansäure u. s. w.; doch ist die Einwirkung nicht heftig. Schwefelsäure wirkt auf eine sehr merkwürdige und besondere Weise, von welcher ich sogleich Gelegenheit haben werde, umständlicher zu reden.

Diese Flüssigkeit ist ein Gemenge von verschiedenen Körpern, welche, obgleich sie sich darin einander ähneln, daſs sie sehr brennbar sind und vielen Rauch ausstoſsen, wenn sie in groſser Flamme brennen, dennoch vermöge ihrer verschiedenen Flüchtigkeit von einander getrennt werden können. Eine Portion von der Flüssigkeit, welche aus dem Condensationsgefäſse genommen worden, nachdem der Druck wiederholt auf 30 Atmosphären gestiegen war, und welche man zur Zeit, als derselbe 28 Atmosphären betrug, schnell in eine Stöpselflasche gebracht und darin verschlossen hatte, wurde zu Hause in eine Retorte (flask) gethan und, nur durch die Hand erwärmt, der Destillation unterworfen. Die von ihr aufsteigenden Dämpfe, welche ein Sieden veranlaſsten, wurden bei 0° F. durch ein Glasrohr geleitet und von diesem in die Quecksilberwanne. Es ging indeſs nur wenig uncondensirter Dampf über, nicht mehr als das Dreifache des Volumens (bulk) der Flüssigkeit; dagegen wurde in der kalten Röhre eine Flüssigkeit gesammlet, welche, wenn man

die Temperatur steigen liess, verdunstete und siedete. Die grosse Masse der zurückgebliebenen Flüssigkeit konnte nun zu einer verhältnissmässig hohen Temperatur erwärmt werden, bevor sie zum Sieden gelangte.

In einen anderen Theil der Flüssigkeit wurde ein Thermometer gebracht und solche Hitze gegeben, dass sich die Temperatur genau auf dem Siedepunkt erhielt. Als das Gefäss, welches die Flüssigkeit enthielt, geöffnet wurde, fing diese an bei 60° F. zu sieden. Nach Verjagung der flüchtigeren Theile stieg die Temperatur, und stand über 100° F., ehe ein Zehntel (der Flüssigkeit) fort war. Die Temperatur fuhr fort allmählig zu steigen und hatte 250° *F* erreicht, ehe die Substanz gänzlich verflüchtigt worden.

In der Hoffnung, einige besondere Substanzen von diesem offenbaren Gemenge abzuscheiden, wurde eine Quantität desselben destillirt und die Dämpfe in getrennten Portionen bei 0° F. condensirt, indem man die Vorlage wechselte, jedesmal, wenn die Temperatur um 10° F. gestiegen war, und die zurückbleibende Flüssigkeit beständig im Sieden erhielt. Auf diese Art wurde eine Reihe von Producten erhalten, die aber keinesweges beständig waren, denn die Antheile, welche z. B. übergingen, wenn die Flüssigkeit zwischen 160° und 170° F. siedete, fingen an bei einer abermaligen Destillation (für sich. *P.*) bei 130° zu sieden, und es blieb ein Theil zurück, der unter 200° nicht aufstieg. Durch wiederholte Rectificationen aller dieser Portionen und durch Zusammengiessung der gleichartigen Producte, gelang es mir, diese Unterschiede in den Siedepunkten zu verringern und sie zuletzt mehr auf eine Reihe von Substanzen einer verschiedenen Flüchtigkeit zurückzuführen. Bei diesen Operationen hatte ich Gelegenheit zu bemerken, dass der Siedepunkt beständiger war, bei oder zwischen 176° und 190°, als bei irgend einer anderen Temperatur; denn es destillirten grosse Mengen von der Flüssigkeit über, ohne diesen Grad zu verändern, während andere Theile aus der Reihe denselben beständig erhöhten. Diess veranlasste mich, in den zwischen diesen Punkten erhaltenen Producten, Substanzen von bestimmter Zusammensetzung nachzusuchen, und es gelang mir endlich, eine neue Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff abzusondern, welche ich im Voraus (by anticipation) als Bicarburet of Hydrogen unterscheiden werde.

Doppelt Kohlen-Wasserstoff*). (*Bicarburet of Hydrogen*).

Diese Substanz wurde zuerst auf folgende Art erhalten. Röhren mit Portionen von den vorhin rectificirten Producten, wurden in eine Kältemischung von 0° F. gestellt. Viele dieser Producte wurden trübe, wahrscheinlich, weil Wasser zugegen war. Eins derselben, das bei 176° (worunter ich die Temperatur verstehe, bei welcher der Inhalt der Retorte siedete, als jenes überging) erhalten war, erstarrte zum Theil, indem sich Krystalle an den Seiten bildeten und in der Mitte eine Flüssigkeit zurückblieb; andere Portionen hingegen, von denen eine bei 186° and eine zweite bei 190° erhalten worden, erstarrten gänzlich. Als ein kalter Glasstab in eine dieser Röhren gebracht wurde, fand sich, dass die Masse einem beträchtlichen Drucke widerstand; bei Durchbrechung derselben wurde ein fester Theil auf den Boden der Röhre gedrückt und eine Flüssigkeit blieb darüber stehen. Die Flüssigkeit wurde abgegossen und dadurch der feste Antheil zum Theil gereinigt. Hierauf liess man das in der Röhre Befindliche schmelzen, brachte es in eine weitere und stärkere Röhre und steckte in diese eine andere locker passende Röhre hinein. Beide Röhren waren natürlich am unteren Ende verschlossen. Hierauf wurde die Temperatur des Ganzen auf 0° F. erniedrigt, Fliesspapier hineingebracht und mittelst der kleineren Röhre gegen die Oberfläche der erstarrten Substanz gepresst. Auf diese Art wurde durch mehrere Stücke Papier viel

*) Ich folge in der Benennung dieser Substanz der vom Hrn. Hofrath L. Gmelin eingeführten Terminologie, behalte aber der Kürze wegen im Texte den Namen Bicarburet bei. (*P.*)

von der Flüssigkeit entfernt und es blieb eine feste Substanz zurück, welche nicht flüssig wurde wenn sie nicht bis 28° oder 29° F. erwärmt wurden. Um die Absonderung des permanent flüssigen Theiles zu vollenden, wurden die Substanzen schmelzen gelassen, in einer Form von Zinnfolie zu einem Kuchen ausgegossen und zwischen mehreren Lagen Fliesspapiers unter der Bramah'schen Presse ausgepresst. Es war dabei Sorge getragen, das Papier, die Zinnfolie, den Flanell, die Breter und andere Sachen im Gebrauch, so nahe als möglich bis 0° (F.) zu erkalten, um dadurch die Lösung der festen Substanz in dem zu entfernenden flüssigen Theil zu verhindern. Zuletzt wurde sie über Aetzkalk destillirt, um alles Wasser abzusondern, was sie enthalten mochte.

Das Verfahren, welches mir im Allgemeinen zur Bereitung bloss dieser Substanz am Zweckmässigsten zu seyn scheint, ist folgendes. Man destillire eine Portion von der bei der Zusammendrückung des Oelgases erhaltenen Flüssigkeit; setze die Producte bei Seite, welche gewonnen werden, ehe die Temperatur auf 170° steigt; sammle diejenigen, welche bei 180° übergehen; dann gesondert wiederum diejenigen, welche bei 190° überdestilliren und eben so die bei 200° und 210°. Die vor 170° erhaltenen werden bei einer abermaligen Destillation Portionen geben, welche man denen von 180° und 190° hinzuzufügen hat, und der bei 190° und darüber gewonnene Theil wird eben so, nochmals destillirt, Quantitäten liefern, die bei 180°, 190° übergehen. Nachdem man dadurch drei Portionen erhalten hat, bei 180°, 190° und 200°, destillire man sie eine nach der andern und fange die Producte zwischen

175° und 196° in drei oder vier Theilen bei successiven Temperaturen auf. Mit diesen verfahre man alsdann, wie zuvor beschrieben ist.

Wenn in der Flüssigkeit der Gehalt an Bicarburet sehr gering ist, so geschieht es zuweilen, dass die Rectificationen oftmals wiederholt werden müssen, ehe die bei 185° und 190° erhaltenen Flüssigkeiten in der Kälte Krystalle absetzen, d. h. ehe der in niedrigen Temperaturen flüssig bleibende Theil hinlänglich entfernt wird, dass eine so gesättigte Flüssigkeit zurück bleibe, die bei 0° F. krystallisiren könne.

Das Bicarburet erscheint unter den gewöhnlichen Umständen als eine farblose, durchsichtige Flüssigkeit, die einen Geruch besitzt, der dem des Oelgases ähnlich ist und auch mit dem von Mandeln etwas gemein hat. Sein specifisches Gew. beträgt bei 60° F. nahe 0,85. Bis zu 32° F. erkältet, wird es fest und krystallisirt, wobei die Krystalle an den Seiten des Glases dendritische Gestalten zeigen. Als man Röhren, die dünne Häutchen von der festen Masse enthielten, in eiskaltes Wasser stellte und die Temperatur langsam steigen liess, wurde gefunden, dass der Schmelzpunkt derselben nahe bei 42° F. liegt. Wenn die Substanz aber flüssig ist, kann sie, wie das Wasser und einige Salzlösungen, weit unter diesen Punkt erkältet werden, ehe irgend ein Theil erstarrt. Beim Gefrieren zieht sie sich sehr zusammen; 9 Volumentheile werden nahe zu 8, und daraus folgt, dass ihr specif. Gewicht in diesem Zustande ungefähr 0,956 beträgt. Bei 0° F. erscheint sie als eine spröde, pulverförmige, weisse oder durchsichtige Substanz, nahe von der Härte des Hutzuckers.

Der Luft ausgesetzt, verdampft sie gänzlich. Ihr Siedepunkt in Berührung mit Glas ist 186° F., das specifische Gew. ihres Dampfes, reducirt auf eine Temperatur von 60°, ist nahe = 40, wenn das des Wasserstoffgases = 1 gesetzt wird; denn 2,3 Gran lieferten 3,52 Cub. Zoll (engl.) an Dampf, bei 212° F. und 29,98 (Zoll engl.) Barometerstand. Andere Versuche gaben ein Mittel, welches diesem Resultate sehr nahe kam. Electricität leitet sie nicht.

Diese Substanz ist sehr wenig im Wasser löslich; sehr lösbar aber in fetten und ätherischen Oelen, in Aether, Alkohol u. s. w. Die alkoholische Lösung wird durch Wasser gefällt. Sie (die Substanz) brennt mit einer glänzenden Flamme und vielem Rauch. Wird sie in Sauerstoffgas gebracht, so steigt so viel Dampf von ihr auf, dass eine starke Knallluft entsteht. Wenn sie durch eine rothglühende Röhre geht, so setzt sie allmählig Kohle ab, und liefert Kohlenwasserstoffgas.

Chlor zu dieser Substanz in eine Retorte gebracht, übte nur geringe Wirkung aus, bis das Ganze ins Sonnenlicht gesetzt wurde, worauf sich unter geringer Wärmeentwicklung dichte Dämpfe bildeten. Zuletzt wurde Salzsäure erzeugt und zwei andere Substanzen, ein starrer krystallinischer Körper und eine dichte, dicke Flüssigkeit. Durch weitere Untersuchung wurde gefunden, dass keine dieser Substanzen in Wasser auflöslich ist, dass beide aber vom Alkohol gelöst werden, die Flüssigkeit leicht, der feste Körper mit mehrer Schwierigkeit. Beide scheinen dreifache Verbindungen von Chlor, Kohlenstoff und Wasserstoff zu seyn; jedoch verspare ich die Untersuchung dieser und

einiger ähnlichen Produkte bis zu einer anderen Gelegenheit.

Jod scheint innerhalb mehrerer Tage im Sonnenlicht keine Einwirkung auf die Substanz auszuüben; eine geringe Menge desselben löst sich in der Flüssigkeit auf und bildet eine karmesinrothe Lösung.

Kalium in der Flüssigkeit erhitzt, verlor nicht seinen Glanz und übte bei einer Temperatur von 186° keine Einwirkung auf dieselbe aus. Auflösungen von reinen und kohlensauren Alkalien hatten keine Einwirkung.

Salpetersäure wirkte langsam auf die Substanz und wurde roth; letztere (the fluid) blieb farblos. Bis zu 32° erkältet, wurde die Substanz (das Carburet? *P.*) fest und von einer schön rothen Farbe, welche beim Schmelzen wieder verschwand. Der Geruch dieser mit der Säure behandelten Substanz war ausserordentlich dem Mandelgeruch ähnlich, und wahrscheinlich ist es, dass Hydrocyansäure gebildet wurde. Mit Wasser gewaschen, schien sie wenig oder gar keine Veränderung erlitten zu haben.

Schwefelsäure zu ihr über Quecksilber hinzugefügt, übte eine mäsige Wirkung auf sie aus; Hitze wurde wenig oder gar nicht entwickelt, Schwärzung fand nicht Statt, und schweflige Säure wurde nicht gebildet. Indess bekam die Säure eine hellgelbe Farbe und auf ihr schwamm ein Antheil einer klaren farblosen Flüssigkeit, welche ein Erzeugniss der Einwirkung zu seyn schien. Nach dem sie abgesondert worden, wurde gefunden, dass sie hell und klar war, dass sie nicht von Wasser oder weiter von Schwefelsäure angegriffen wurde, dass sie bei ungefähr 34° F. erstarrte und als-

dann weiſs kryſtalliniſch und dendritiſch war. Ferner war ſie leichter als Waſſer und auflöslich in Alkohol; die Löſung wurde durch eine geringe Menge Waſſer gefällt, durch einen groſsen Ueberſchuſs deſſelben aber wieder gelöſt *).

Hinſichtlich der Zuſammenſetzung dieſer Subſtanz ſcheinen meine Verſuche zu beweiſen, daſs ſie eine binaire Verbindung von Kohlenſtoff und Waſſer-

*) Die Wirkung der Schwefelſäure auf dieſe und die andern zu beſchreibenden Verbindungen iſt ſehr merkwürdig. Sie iſt häufig von Wärmeerregung begleitet und groſse Mengen dieſer Körper, welche Elaſticität genug beſitzen um für ſich allein bei dem gewöhnlichen Drucke als Dampf zu exiſtiren, werden abſorbirt. Schweflige Säure wird nicht erzeugt, auch wenn die Säure verdünnt worden, wird nichts von dem Gaſe, Dampfe, oder der Subſtanz abgeſondert, ausgenommen eine geringe Menge eines beſonderen Productes, welches aus der Wirkung der Säure auf die Subſtanzen entſpringt und von der Säure (by it) aufgelöſst wird. Die Säure vereinigt ſich direct mit Kohlenſtoff und Waſſerſtoff und ich finde, daſs ſie, mit Baſen verbunden, eine beſondere Klaſſe von Salzen erzeugt, welche einigermaſsen den ſchwefelweinſauren Salzen ähneln, aber doch von ihnen verſchieden ſind. Ich finde auch, daſs Schwefelſäure das ölbildende Gas condenſirt und ſich mit ihm verbindet, ohne daſs Kohle abgeſondert und ſchweflige Säure oder Kohlenſäure gebildet wird. Dieſe Abſorption belief ſich innerhalb 18 Tagen auf 84,7 Volumina ölbildendes Gas gegen ein Volumen von Schwefelſäure. Die erzeugte Säure verbindet ſich mit Baſen u. ſ. w. und bildet eigenthümliche Salze, welche zu unterſuchen ich noch nicht Zeit hatte, aber zur Abſicht habe. Eben daſſelbe gilt von den Producten, die durch die Wirkung der Schwefelſäure auf Naphtha (Bergnaphtha? P) ätheriſche Oele u. ſ. w. und ſelbſt auf Stärkemehl und Holzfaſer, ſo wie bei der Erzeugung von Zucker, Gummi u. ſ. w. entſtehen, wo keine Verkohlung (carbonization) Statt findet, ſondern ähnliche Producte vorzukommen ſcheinen.

ſtoff iſt und daſs zwei Proportionen des erſteren Elementes mit einem des letzteren verbunden ſind. Die Abweſenheit von Sauerſtoff wird bewieſen durch die Nichteinwirkung des Kalis und durch die Reſultate, welche man erhält, wenn die Subſtanz durch eine rothglühende Röhre geht.

Das Folgende iſt eins der erhaltenen Reſultate, als ſie über erhitztes Kupferoxyd geleitet wurde. 0,776 Gran von der Subſtanz erzeugten, bei einer Temperatur von 60° und einem Druck von 29,98 Zoll, 5,6 Cubikzoll kohlenſaures Gas und an Waſſer wurde 0,58 Gran geſammelt. Die 5,6 Cub. Zoll Gas enthalten nach Rechnung 0,711704 Gran Kohlenſtoff und die 0,58 Gran Waſſer an Waſſerſtoff 0,064444 Gran.

Kohlenſtoff	0,711704	oder	11,44
Waſſerſtoff	0,064444	•	1,00

Das Gewicht dieſer Quantitäten iſt nahe gleich dem Gewicht der angewandten Subſtanz und ſetzt man den Waſſerſtoff = 1, ſo iſt der Kohlenſtoff nicht weit von 12 oder zwei Proportionen entfernt. Vier andere Verſuche gaben Reſultate, die ſämmtlich dem Obigen nahe kamen. Das mittlere Reſultat war: 1 Waſſerſtoff und 11,576 Kohlenſtoff.

Erwägt man nun, daſs die Subſtanz zufolge ihrer Bereitungsart noch einen Antheil von dem bei 186° ſiedenden und bei 0° F. flüſſigbleibenden Körper enthalten muſste, welcher Körper, wie man weiterhin ſehen wird, weniger Kohlenſtoff enthält (nur ungefähr 8,25 auf 1,0 Waſſerſtoff), als die kryſtalliſirte Verbindung, ſo denke ich, kann angenommen werden, daſs das in den Verſuchen gefundene conſtante, jedoch kleine Deficit an Kohlenſtoff von dieſem zurückgehaltenen Antheile

herrührte, und daſs die kryſtalliniſche Verbindung, wenn ſie rein geweſen wäre 12 Gewichtstheile Kohlenſtoff auf 1 Gewichtstheil Waſſerſtoff oder zwei Proportionen von dem erſteren Elemente und eine von dem letzteren geliefert haben würde

2 Proportionen	Kohlenſtoff	12	13 Bicarburet.
1 Proportion	Waſſerſtoff	1	

Dieſes wird durch diejenigen Reſultate beſtätigt, welche mir bei der Verpuffung des Dampfes der Subſtanz mit Sauerſtoffgas zu erhalten gelangen. So wurde in ein Sauerſtoffgasvolum, welches bei 62° F. dem von 8092 Gran Queckſilber gleich kam, ſo viel von der Subſtanz hineingebracht, daſs ſie gänzlich verdampſte. Das Volumen wuchs zu dem von 8505 Gran an, folglich belief ſich der Dampf auf 413 Theile oder nahe auf $\frac{1}{20,6}$ des Gemenges. Sieben Volumina dieſes Gemenges wurden in einem Eudiometer mittelſt des elektriſchen Funkens verpufft und dadurch nahe auf 6,1 verringert; dieſe mit Kali behandelt, wurden weiter auf 4 vermindert, welche reines Sauerſtoffgas waren. Mithin waren 3 Volumina des Gemenges verpufft worden, von welchen die dampfförmige Subſtanz nahe 0,34, und das Sauerſtoffgas 2,65 ausmachte. Die Kohlenſäure belief ſich auf 2,1 Vol. und muſste ein gleiches Volumen an Sauerſtoffgas verbraucht haben, ſo daſs 0,55 für die Quantität des Sauerſtoffgaſes übrig blieb, welche ſich mit dem Waſſerſtoff verbunden hatte, um Waſſer zu bilden und welche zuſammen mit 0,34 Vol. Dampf nahe gleich iſt der Verringerung von 0,9.

Man wird zugleich ſehen, daſs der für den Kohlenſtoff erforderliche Sauerſtoff 4mal ſo viel betrug, als

der für den Wasserstoff, und dass das ganze Resultat auch wenig von der folgenden, zum Theil aus den vorhergehenden Versuchen abgeleiteten, theoretischen Bestimmung abweicht. Ein Volumen vom Dampfe erfordert 7,5 Vol. Sauerstoffgas zu seiner Verbrennung; 6 Vol. von dem letzteren verbinden sich mit Kohlenstoff zur Bildung von 6 Vol. Kohlensäure, und die übrigen 1,5 Vol. vereinigen sich mit Wasserstoff, um Wasser zu bilden. Der in dieser Verbindung vorhandene Wasserstoff entspricht daher 3 Volumina, obgleich er in seiner Vereinigung mit Kohlenstoff zu einem Volumen verdichtet ist; von dem letzteren Elemente (dem Kohlenstoff) sind 6 Proportionen oder 36 Gewichtstheile zugegen. Ein Volumen der Substanz in Dampfgestalt enthält folglich:

Kohlenstoff	$6 \times 6 =$	36
Wasserstoff	$1 \times 3 =$	3
		39

und ihr specifisches Gewicht wird 39 seyn, wenn das des Wasserstoffes gleich 1 ist. Andere Versuche derselben Art gaben Resultate die hiemit übereinstimmten.

* * *

Unter den flüssigen Producten, welche von der ursprünglichen Flüssigkeit erhalten wurden, befand sich eine, die wie zuvor erwähnt, dadurch bereitet war, dass man die bei 180° oder 190° überdestillirte Portion der Temperatur 0° F. aussetzte. Diese kam zwar im Siedepunkt mit der schon beschriebenen Substanz überein, wich aber darin von derselben ab, dass sie bei niederen Temperaturen flüssig blieb. Ich war begierig, diese mit einander zu vergleichen, war aber nicht im Stande, diesen Körper von dem Bicarburet zu trennen,

von welchem er natürlich bei 0° F. gesättigt ist. Der Siedepunkt desselben lag sehr constant bei 186°. In seinem allgemeinen Verhalten, in Lösbarkeit, Brennbarkeit, Wirkung auf Kalium u. s. w. stimmte er mit der schon beschriebenen Substanz völlig überein. Sein specifisches Gewicht betrug 0,86 bei 60° F. 1,11 Gran von dieser Substanz gaben bei 212° F. 1,573 Cubikzoll Dampf, gleich 1,212 Cbzll. bei 60° F. Hienach würden 100 Cbzll. ungefähr 91,6 Gran wiegen und das Gewicht desselben nahe 43,25 seyn (Wasserstoffgas zur Einheit *P.*). Bei einem Versuche gaben 1,72 Gran, an Dampf 2,4 Cubzll. bei 212°, gleich 1,849 Cubzll. bei 60° und diesem nach wäre das Gewicht von 100 Cubzll. = 93 Gran und das specifische Gewicht desselben zu dem des Wasserstoffgases wie 44 zu 1. Diess ist wahrscheinlich der Grund, warum das specif. Gewicht des Bicarburets in Dampfgestalt durch den Versuch grösser gefunden wurde, als es der Theorie nach seyn müsste, wenn es rein gewesen wäre.

Schwefelsäure wirkte weit kräftiger auf diese Substanz, wie auf das Bicarburet, denn es wurde viele Hitze entwickelt, starke Färbung (Discolouration) verursacht und es fand eine Scheidung Statt in eine dicke, schwarze Säure und eine gelbe leichtere Flüssigkeit, welche bei der gewöhnlichen Temperatur aller weiteren Einwirkung widerstand.

0,64 Gran von dieser Substanz wurden über erhitztes Kupferoxyd geleitet und dadurch 4,51 Cbzll. Kohlensäure-Gas und 0,6 Gran Wasser erhalten. Der Kohlensäure und dem Wasser entsprechen:

Kohlenstoff	= 0,573176	oder	8,764
Wasserstoff	= 0,066666	"	1,000

Die Substanz musste aber viel von dem Bicarburet enthalten; es ist also klar, dass, wenn sie in reinem Zustande gewesen wäre, der Kohlenstoff weit unter die obige Menge gekommen seyn, und die Verbindung sich dem einfachen Kohlenwasserstoff, welcher von jedem Bestandtheil ein Proportional enthält, genähert haben würde.

Neuer Kohlenwasserstoff.

Unter den verschiedenen anderen Producten aus der condensirten Flüssigkeit scheint nächst dem Bicarburet die bestimmteste diejenige zu seyn, welche am flüchtigsten ist. Wenn eine Portion von der ursprünglichen Flüssigkeit durch die Hand oder auf andere Weise erwärmt wird, und man die aufsteigenden Dämpfe bei 0° F. durch ein Rohr leitet, so geht eine sehr geringe Menge von unverdichtetem Dampf in die Quecksilberwanne; aber in der Röhre wird nach einiger Zeit eine Portion einer Flüssigkeit gefunden, die sich dadurch auszeichnet, dass sie, ein wenig über 0° F. erwärmt, zu sieden anfängt und ehe sie 32° F. erreicht hat, sich gänzlich in Dampf oder Gas verwandelt, welches man über Quecksilber sammeln und aufbewahren kann.

Dieses Gas ist sehr brennbar und brennt mit glänzender Flamme. Das specif. Gewicht der Portion, welche ich erhielt, fiel zwischen 27 und 28; das des Wasserstoffgases = 1 gesetzt. Denn als 39 Cubikzoll davon in eine luftleere Glaskugel gebracht wurden, fand sich, dass diese bei 60° F. und 29'',94 Baromet. an Gewicht 22,4 Gran zugenommen hatte. Folglich wiegen 100 Cubzll. nahe 57,44 Gran (engl. Maass).

Bis zu 0° F. erkaltet, condensirte es sich wieder. In diesem Zustande wurde, in einer hermetisch verschlossenen Röhre von bekannter Capacität, das Volumen einer gegebenen Gewichtsmenge von der Substanz bei gewöhnlicher Temperatur bestimmt. Dieses mit Wasser verglichen, gab das specif. Gewicht der Flüssigkeit zu 0,627 bei 54°. Sie ist daher unter den bekannten festen oder flüssigen Substanzen die leichteste.

Dieses Gas oder dieser Dampf wird vom Wasser beim Schütteln damit in geringer Menge aufgelöst. Alkohol löst sehr viel davon und man erhält eine Lösung, die auf Zusatz von Wasser aufbraust und eine beträchtliche Menge des Gases frei werden läst *). Die alkoholische Lösung hat einen besonderen Geschmack und ist neutral gegen Probepapiere.

Olivenöl löst ungefähr das Sechsfache seines Volumens vom Gase auf. Lösungen von Alkalien wirken nicht darauf, eben so wenig wie Salzsäure.

Schwefelsäure absorbirt das Gas in sehr grosser Menge, dem Volumen nach mehr als das Hundertfache. Zuweilen ist die Absorbtion vollkommen, zuweilen aber bleibt eine geringe Menge eines Gases zurück, welches mit blasblauer Flamme brennt und das Product einer zu raschen Einwirkung zu seyn scheint. Bei der Einwirkung wird grosse Hitze erzeugt, schweflige Säure aber nicht. Die Säure schwärzt sich stark, hat einen besondern Geruch und wird auf Verdünnung gewöhnlich trübe, ohne indess ein Gas zu entwickeln. Es wird eine bleibende Verbindung von der Säure mit Kohlenstoff und Wasserstoff erzeugt, welche, wie zuvor erwähnt, mit Basen sich vereinigt.

*) Eine nicht gewöhnliche Erscheinung. (P.)

Es wurde eine Mengung von 2 Vol. Dampf mit 14 Vol. reinen Sauerstoffgases gemacht, und eine Portion davon in einer Endiometerröhre verpufft. 8,8 Vol. dieses Gemenges verringerten sich mittelst des elektrischen Funkens auf 5,7 Vol. und diese durch Kalilösung weiter auf 1,4 Vol., welche Sauerstoffgas waren. Es waren mithin 7,4 Vol. verbraucht worden, die bestanden aus:

Dampf von der Substanz	1,1 Vol.
Sauerstoffgas	6,3 -
erzeugte Kohlensäure	4,3 -
Sauerstoffgas in der Kohlensäure . .	4,3 -
Sauerstoff mit Wasserstoff sich vereinigend	2,0 -
Verminderung durch den elektrisch. Funken	3,1 -

Diess ist nahe so, als wenn ein Volumen von dem Dampfe oder Gase 6 Vol. Sauerstoff erfordert hätte, 4 Vol. von diesem zur Bildung von 4 Vol. Kohlensäuregas und die übrigen 2 Vol. mit 4 Vol. Wasserstoff zu Bildung von Wasser verbraucht worden wären. Hiernach sind 4 Vol. oder Proportionale Wasserstoff = 4 mit 4 Proportionalen Kohlenstoff = 24 verbunden, um ein Volumen Dampf zu bilden, dessen specifisch. Gewicht deshalb = 28 seyn wird. Diess ist nur wenig von dem specifischen Gewicht entfernt, welches in den vorhergehenden Versuchen wirklich gefunden ward, und da man weiss, dass dieser Dampf kleine Antheile von den anderen Substanzen aufgelöst enthalten muste, so ist nicht zu bezweifeln, dass dieser auch so zusammengesetzt gefunden worden, wenn er rein gewesen wäre.

Da die Verhältnisse der Elemente in diesem Dampfe die nämlichen zu seyn scheinen, wie in dem öl-

bildenden Gase, so würde es von Interesse, zu untersuchen, ob Chlor auf denselben die nämliche Wirkung habe, wie auf den letzteren Körper. Es wurde also Chlorgas mit diesem Dampfe in einer luftleeren Retorte zusammen gebracht. Eine rasche Verbindung beider fand Statt, es wurde viel Hitze entwickelt und eine Flüssigkeit erzeugt, die dem Chlor-Kohlenwasserstoff, oder der bei demselben Prozeſs aus ölbildendem Gase zu gewinnenden Substanz ähnlich war. Sie war durchsichtig, farblos und schwerer als Wasser. Sie besaſs den nämlichen süſsen Geschmack, wie jene, der jedoch hernach von einer aromatischen, lang anhaltenden Bitterkeit begleitet war. Sie war überdieſs aus ungefähr gleichen Volumentheilen von Dampf und Chlorgas zusammengesetzt und konnte also nicht mit dem Hydrochlorid aus ölbildendem Gase einerlei seyn, weil sie doppelt so viel Kohlenstoff und Wasserstoff enthielt, wie jenes. Sie wurde daher mit einem Ueberschuſs von Chlorgas im Sonnenlicht behandelt. Es fand eine langsame Einwirkung Statt, es wurde noch Chlorgas mit der Substanz verbunden, Salzsäure gebildet und zuletzt eine zähe Flüssigkeit erhalten, die eine Tripelverbindung von Chlor, Kohlenstoff und Wasserstoff war. Dieſs ist ein merkwürdiger Umstand und zeigt abermals, daſs, obgleich die Elemente die nämlichen sind und in demselben Verhältnisse stehen wie beim ölbildenden Gase, sie dennoch in einem verschiedenen Verbindungszustand sich befinden.

*
* *

Der Theil, welcher von der aus condensirtem Oelgas erhaltenen Flüssigkeit am flüchtigsten ist und an Elasticität unter den im Oelgase befindlichen Substan-

zen das ölbildende Gas am nächsten erreicht, scheint bei 60° F. ungefähr eine Spannkraft von 4 Atmosphären zu haben. Um diese zu bestimmen, wurde ein Rohr zugerichtet, ähnlich wie in Fig. 6. Taf. 10 *), welche bei *ao* eine Queckfilberprobe enthielt und an den Enden offen war. Dasselbe wurde darauf von *a* nach *b* bis zu 0° F. erkaltet und in diesem Zustande als Recipient gebraucht, in welchen die ersten Producte von einer Portion der ursprünglichen Flüssigkeit hinein destillirten. Der Theil bei *b* wurde darauf mittelst einer Spirituslampe verschlossen und nach dem man so viel Dampf entwickelt hatte, dass derselbe bei *o* hinaustrat, wurde das Rohr daselbst ebenfalls zugeschmolzen. Das Instrument wurde nun wie in Fig. 7. Taf. 10 aufgestellt, bei *a* und *d* bis 0° F. erkaltet und die in *b* gesammelte Flüssigkeit durch die Hand oder durch die Luft rewärmt. Als sich in *d* eine für den Zweck hinlängliche Portion angesammelt hatte, wurde das ganze Instrument in Wasser von 60° F. untergetaucht und ehe der Dampf zurückgekehrt und gänzlich von der Flüssigkeit bei *b* absorbirt worden, der Druck auf die Probe in demselben aufgezeichnet. Zuweilen wurde die Flüssigkeit bei *d* rectificirt, indem man diesen Theil der Röhre erwärmte und bloss *a* kalt erhielt. Durch die grössere Leichtigkeit der Flüssigkeit bei *d* wurde die Absorption bei *b* verhindert oder vielmehr verzögert, so dass die ersten Antheile, welche nach *b* zurückkehrten, sich in einer Schicht auflegten, welche die plötzliche Auflö-

*) Die besonderen Biegungen wurden dem Rohre deshalb gegeben, damit die Flüssigkeit, erforderlichen Falls, von *a* nach *d* zurückkehren könne, ohne nach *b* überzugehen.

fung in der Masse darunter verhinderten. Dieser Unterschied in dem specifischen Gewichte war leicht beim Umschütteln zu sehen, indem sich Streifen beim Vermischen erzeugten.

Auf diesem Wege wurde, wie zuvor erwähnt, gefunden, dass die höchste Expansivkraft der in dem Rohre enthaltenen Substanzen, bei 60° F., ungefähr 4 Atmosphären betrug. Da es nun keinem Zweifel zu unterliegen scheint, dass Antheile von den Substanzen, die nächst dem ölbildenden Gase am flüchtigsten sind, in der Flüssigkeit enthalten, und in dieser selbst geringe Mengen vom ölbildenden Gase aufgelöset waren; so kann angenommen werden, dass es im Oelgase keine Substanz giebt, die flüchtiger wäre, als diejenige, welche bei 60° F. einen Druck von 4 Atmosphären erfordert, abgerechnet die allgemein bekannten Verbindungen; oder in andern Worten, dass es von diesem Körper aufwärts zum ölbildenden Gase keine Reihe von Substanzen giebt, die inmitten liegende Grade von Elasticität besitzen, wie es der Fall zu seyn scheint von diesem Körper abwärts zu Verbindungen, welche 250° oder 300° zum Sieden erfordern.

Hinsichtlich dieser flüchtigeren Producte muss ich anführen, dass ich oft eine Substanz beobachtet habe, welche mit den bei 50° und 60° aufsteigenden Dämpfen übergeht in der Vorlage bei 0° F. in kleinen Nadeln krystallisirt. Eine Temperatur von 8° bis 10° macht sie schmelzen und verschwinden. Sie sind ohne Zweifel eine besondere Substanz von bestimmter Zusammensetzung. Ihre Menge ist aber sehr gering oder wenigstens sind sie sehr löslich in der sie be-

gleitenden Flüssigkeit, daher ich nicht im Stande war sie abzusondern oder näher zu untersuchen.

Ich wagte vor einiger Zeit bei der Liquefaction verschiedener Gase die Möglichkeit auszusprechen, dass Dampf-Lampen gemacht werden könnten, welche auf längere Zeit ein constantes Licht liefern würden, ohne einen hohen oder veränderlichen Druck zu erfordern, indem sie eine mit Glanz verbrennende Substanz enthielten, die bei einem Druck von zwei, drei oder vier Atmosphären und den gewöhnlichen Temperaturen flüssig, bei geringerem Drucke aber dampfförmig wäre. Solch eine Lampe habe ich gegenwärtig gemacht, indem ich die eben beschriebene Substanz als Brennmaterial gebrauchte. Für jetzt ist sie nur ein Gegenstand der Seltsamkeit und mag es vielleicht noch länger bleiben; allein möglich ist es, dass Verfahrungsarten erdacht werden, durch welche sich die Substanz in größeren Quantitäten erzeugen und eine Anwendung dieser Art von practischen Nutzen machen läst.

Von den übrigen Antheilen der Flüssigkeit aus condensirtem Oelgase.

Es ist zuvor erwähnt worden, dass bei wiederholten Destillationen verschiedene Produkte erhalten wurden, welche innerhalb nicht sehr veränderlicher Temperaturgränzen sieden, und beim Destilliren nicht in Portionen von einer verschiedentlichen Flüchtigkeit zerfallen, wie es immer bei den vorgehenden Destillationen der Fall ist. Obgleich ich wusste, dass diese Antheile Mengungen waren, vielleicht von unbekannten Stoffen, und gewiss in unbekannten Verhältnissen, so machte ich doch Versuche über ihre Zusammenset-

zung, und leitete sie über Kupferoxyd, in Hoffnung Resultate zu erhalten; welche auf richtige Ansichten über ihre Natur leiten könnten. Sie alle schienen binaire Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff zu seyn, wie die folgende Tafel über die erhaltenen Resultate zeigt. Die erste Kolumne enthält die Siedepunkte, bei welchen, wie zuvor erwähnt, die Produkte destillirten; die zweite den Wasserstoff als beständige Gröfse genommen, und die dritte den Kohlenstoff.

140° F.	1	7,58
150	1	8,38
160	1	7,90
176	1	8,25
190	1	8,76
200	1	9,17
210	1	8,31
220	1	8,46

Diese Substanzen besitzen im Allgemeinen die zuvor, als dem Bicarburet zukommend, beschrieben wurden. Sie alle widerstehen der Einwirkung von Alkalien, selbst diejenige, welche zu ihrem Sieden eine Temperatur über 250° erfordert; in diesem Punkte sind sie streng unterschieden von dem Oel, aus welchem sie erzeugt werden. Schwefelsäure wirkt augenblicklich auf sie, mit Erscheinungen, welche in Kürze schon beschrieben wurden.

* * *

Dr. Henry erwähnt in dem am 22t. Febr. 1821 vor der Königl. Gesellschaft vorgelesenen Aufsatze, der von Hrn. Dalton gemachten Entdeckung eines Dampfes im Oelgase, welcher ein gröfseres specif. Gew. be-

fitzt als das ölbildende Gas, mehr Sauerstoff zu seiner Verbrennung bedarf, aber nicht condensirbar ist durch Chlorgas. Hr. Dalton scheint Alles, was von Chlorgas condensirt wird, als eine neue und constante Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff zu betrachten. Dr. Henry aber, welcher beobachtet hat, daſs die Verhältnisse, welche dieser Dampf zu seiner Verbrennung erfordert, von 4,5 bis 5,0 Volumen, so wie die Mengen der dabei erzeugten Kohlensäure von 2,5 bis 3 Vol. variiren, war geneigt ihn als ein Gemenge von dem Dampfe eines höchst flüchtigen Oels mit den ölbildenden und mit anderen brennbaren Gasen zu betrachten. Derselbe erwähnt ferner, daſs Naphtha in Berührung mit Wasserstoffgas einen solchen Dampf lieferte, und daſs er erfahren habe, daſs, wenn Oelgas in Gordon's Lampe condensirt werde, dasselbe eine Portion eines höchst flüchtigen Oeles absetze.

Ein Ungenannter hat, in den Annals of Philosophy N. S. Bd. 3. S. 37, aus den Versuchen des Dr. Henry gefolgert, daſs die Substanz, deren Daseyn von Hrn. Dalton ausgemittelt worden, ein neues Gas *sui generis* sey, „aber eine Abänderung vom ölbildenden Gase, aus denselben Elementen und nach denselben Verhältnissen wie jenes zusammengesetzt, nur mit dem Unterschiede, daſs die verbundenen Atome dreifach seyen, statt doppelt", und diese Meinung hat der Dr. Thomson in seinen „Principles of Chemistry" angenommen. Dieſs, glaube ich, ist die Zeit, worin zuerst zwei gasförmige Verbindungen als daseyend angenommen worden sind, die von einander nur allein in Dichtigkeit abweichen; das Verhältniſs von 3 zu 2 ist zwar nicht bestätigt worden, wohl aber der

wichtigere Theil der Behauptung, durch das Daseyn der S. 316 beschriebenen Verbindung, welche, wie das ölbildende Gas in denselben Verhältnissen aus Kohlenstoff und Wasser zusammengesetzt ist, aber doppelte Dichtigkeit besitzt *).

*) Was die Körper betrifft, die aus denselben Elementen und in denselben Verhältnissen zusammengesetzt sind, aber in ihren Eigenschaften von einander abweichen, so ist es wahrscheinlich, dass wir, nachdem wir jetzt auf sie aufmerksam gemacht sind, dieselben noch häufiger antreffen werden. Ich hatte früher Gelegenheit, eine Verbindung vom ölbildenden Gase mit Jod zu beschreiben (Phil. Tr. CXI. 72), welche bei der Analyse ein Proportional von Jod, zwei von Kohlenstoff und zwei von Wasserstoff lieferte (Quart. Journ. XIII. 429). Hr. Serullas erhielt durch Einwirkung von Kalium auf eine alkoholische Lösung von Jod, eine Verbindung, die in ihren Eigenschaften entschieden von der vorhergehenden abwich, aber, als sie analysirt wurde, dieselben Elemente in denselben Verhältnissen lieferte (Ann. de Ch. XX. 245. XXII. 172). [Herr Faraday stellte den *Jod-Kohlen-Wasserstoff* dar, indem er Jod in einer Atmosphäre von ölbildendem Gase dem Sonnenlichte aussetzte. Nach einer Weile bildeten sich farblose Krystalle, die nur aus diesen beiden Stoffen bestehen konnten, da das Gas, was nicht verschluckt wurde, reines ölbildendes Gas war. Durch Kalilösung wurde der neue Körper von dem überschüssigen Jod befreit, und er dann gesammelt und getrocknet. So dargestellt, ist er weiss, krystallinisch und zerreiblich, schmeckt süss und riecht aromatisch, sinkt in Schwefelsäure von 1,85 spec. Gew. unter, und leitet Elektricität nicht. Erhitzt, schmilzt er erst und *sublimirt sich dann unzersetzt*, zu durchsichtigen Prismen und Tafeln. Bloss geschmolzen, erstarrt er in Nadeln. Bei starker Hitze zersetzt er sich, indem Jod frei wird. Er ist nicht sehr brennbar, brennt aber, in die Weingeistflamme gehalten, unter Ausstossung von vielem Joddampfe und etwas Hydriodsäure, wobei die Flamme verringert wird. Wasser, Säuren und Alkalien lösen ihn nicht auf, wohl aber Alkohol und Aether; aus diesen Lösungen kann er wieder in Krystallen erhalten werden. Schwefelsäure löst ihn nicht auf, zersetzt ihn aber, wenn sie bis 300° oder 400° F. erhitzt wurde, wahrscheinlich nur vermöge dieser Temperatur, in Jod und in ein Gas, das muthmasslich ölbildendes ist. Kalilösung wirkt sehr schwach auf ihn, selbst beim Sieden; zersetzt ihn aber allmälig (Phil. Tr. 1821. Auszug.) Als 4 Gran dieses Körpers in einem Glasrohr über erhitztes Kupfer geleitet wurden, bildete sich Jodkupfer (das aber nicht näher untersucht wurde (*P.*)) und 1,37 Kubikzoll = 0,413 Gran (engl.) reines ölbildendes Gas wurden frei. Hiernach, schliesst Hr. F., besteht der Körper aus 1 Proport. Jod und 2 Proport. ölbilden-

Es ist klar, dafs der von Hrn. Dalton und Dr. Henry untersuchte Dampf nicht nur diese Verbin-

dem Gas, analog der Verbindung dieses Gases mit dem Chlorgase, die zuweilen Chloräther genannt wird (Journ. of Sc. XIII. 429. Auszug).

Hr. Serullas bereitete seinen *Jod-Kohlen-Wasserstoff* auf verschiedene Weise, unter andern auch dadurch, dafs er Jod mit Alkohol übergofs, einen Strom von Chlorgas hineinleitete, bis alles Jod aufgelöst war, und nun die Flüssigkeit mit alkoholischer Aetzkalilösung sättigte. Das niederfallende jodsaure Kali wurde abfiltrirt, die gelbe Flüssigkeit eingeengt, damit das Jodkalium möglichst heraus krystallisire, und nun zur Trockne verdampft, worauf der Jodkohlenwasserstoff durch Auswaschen mit Wasser, in welchem es fast unlöslich ist, völlig von jenem befreit wurde. Späterhin (Ann. de Ch. et Ph. XXII. 222) fand Hr. S., dafs man dieselbe Verbindung schon dadurch erhalten könne, dafs man eine Lösung des Jods in Alkohol, mit Aetzkali behandelt. Dieser Jodkohlenwasserstoff ist gelb und krystallisirt in Flitterchen, schmeckt süfs und riecht aromatisch, ähnlich wie Saffran. Sein spec. Gew. ist ungefähr = 2. Wasser löst ihn nicht merklich. Alkohol (von 33° B.) löst bei gewöhnlicher Temp. $\frac{1}{81}$, bei 35° C. aber $\frac{1}{21}$ seines Gewichtes von ihm auf. Fette und ätherische Oele lösen ihn sehr gut. In Citronenöl gelöst, dem Sonnenlichte ausgesetzt, wird Kohle ausgeschieden und Jod frei gemacht. An freier Luft verdampft er bei gewöhnlicher Temperatur gänzlich. Bei 100° C. verflüchtigt er sich ohne Zersetzung. Bei 115° oder 120° C. aber, schmilzt er und *zersetzt sich, Joddampf steigt auf, Hydriodsäure wird erzeugt und eine sehr glänzende Kohle bleibt zurück.* Der Versuch läfst sich auf einem Blatte Papier vornehmen, ohne dafs dieses sich bräunt (a. a. O. XX. 166). Hiedurch unterscheidet sich diese Verbindung wesentlich von der, welche Hr. Faraday entdeckte. Auf den Serullas'schen Jodkohlenwasserstoff haben Schwefel-, Salpeter- und Hydrochlorsäure, so wie schweflige Säure und wäfsrige Chlorlösung keine Einwirkung, wohl aber Chlorgas im trocknen und feuchten Zustande. Die Produkte dabei sind verschieden nach der Menge des Chlorgases. Es entsteht eine feste krystallinische oder eine flüssige ölartige Verbindung (muthmafslich die von Hrn. F. entdeckten Chlorkohlenstoffarten) je nachdem viel oder wenig Chlorgas im trocknen Zustand zugegen war; war es aber feucht, so werden Hydrochlorsäure und Phosgengas gebildet. Aufserdem erzeugt sich unter allen diesen Umständen *Chlorjod*, neutrales bei Ueberschufs an Chlor, basisches im entgegengesetzten Falle. Ein Gramm dieses Jodkohlenwasserstoffs wurde mit trocknem Chlorgase in Ueberschufs behandelt, das erzeugte Chlorjod in Wasser gelöst, mit Kali gesättigt, und so 1,5 Grm. jodsaures Kali erhalten. Danach ist der Jodgehalt = 0,8992. Ferner wurden 0,5 Grm. auf bekannte Art mit Kupferoxyd behandelt, und an Kohlensäure

dung und etwas Bicarburet enthalten mufste, fondern auch Antheile von den andern Subftanzen, die an-

(nach Reduction) 0,0789 Litr. = 0,1559 Gramm erhalten. Danach beträgt der Kohlenftoffgehalt = 0,0864. (Das Waffer wurde nicht beftimmt, auch der Inhalt der Verbrennungsröhre nicht weiter unterfucht (*P.*)). Hr. S. fchliefst aus diefen beiden Verfuchen, dafs der Jodkohlenwafferftoff zufammengefetzt fey aus 1 At. Jod, 2 At. Kohlenftoff und 2 At. Wafferftoff. (Auszug aus d. Ann. de Chim. et Phys. XX. 165. XXII. 175 et 222.) *P.*]

Hr. Faraday führt als fernere Beifpiele einer gleichen chemifchen Zufammenfetzung neben verfchiedener Befchaffenheit, die Knallfäure und Cyanfäure an. Ich übergehe diefes, da die dahingehörigen Auffätze der Hrn. Liebig, Gay-Lussac und Wöhler in den Annalen Bd. 77. S. 87 u. 117 ausführlich enthalten find; dagegen erlaube ich mir, aus dem neueften Jahresberichte von Berzelius, folgende hieher gehörige Stelle herauszuheben. (*P.*)

„Der vorzüglichfte Unterfchied (zwifchen dem knallfauren und cyanfauren Silber) liegt darin, dafs Wöhlers cyanfaures Silber, für fich erhitzt, nicht explodirt, fondern nur „mit geringer Heftigkeit zifchend verbrennt, fo wie auch in „feinem Verhalten bei der Zerfetzung mit Säuren, wobei die „Cyanfäure, wie auch aus dem Verhältniffe ihrer Beftandtheile „folgt, ganz und gar in *Kohlenfäure* und *Ammoniak* verwandelt wird, wenn fie in Berührung mit Waffer von ihrer Bafis „gefchieden wird. Dagegen hat die Knallfäure die explodirende Eigenfchaft, und bei der Zerfetzung ihrer Salze durch „Sauerftofffäuren entfteht *Ammoniak* und *Blaufäure*. Hieraus „folgt unftreitig eine Verfchiedenheit in der Zufammenfetzung, „und diefer Umftand kann vielleicht einen Wink über die Befchaffenheit diefer Verfchiedenheit geben. Die Cyanfäure befteht aus 2 Volumen Stickftoff, 2 Vol. Kohlenftoff und 1 Vol. „Sauerftoff. Diefe 2 Vol. Kohlenftoff haben, um Kohlenfäure „zu werden, 4 Vol. Sauerftoff nöthig, von welchen eins zuvor „in der Cyanfäure enthalten ift, die übrigen drei aber vom „Waffer genommen werden müffen. Hiedurch werden aber „6 Vol. Wafferftoff frei, welche nun mit den 2 Vol. Stickftoff in der Cyanfäure Ammoniak bilden. Wenn fich aber „nun Cyan mit weniger Sauerftoff verbindet, fo mufs, wenn „fich der Kohlenftoff zu Kohlenfäure oxydirt, mehr Wafferftoff frei werden, als vom Stickftoff aufgenommen werden „kann. Es ift aber fehr felten, dafs eins der Elemente, welche grofse Affinitäten haben, bei diefen doppelten Zerfetzungen in Freiheit gefetzt werde. Deshalb gefchieht die Zerfetzung des Waffers auf eine folche Weife, dafs nicht die „ganze Menge von Cyan zerfetzt wird, fondern nur eine, dem „überfchüffigen Wafferftoffe entfprechende, Quantität Cyan übrig „bleibt und mit jenem Blaufäure bildet. Wenn es z. B. eine „Verbindung von 4 Vol. Cyangas mit 1 Vol. Sauerftoffgas gäbe

scheinend keine bestimmte Zusammensetzung haben. Daher erleidet es keinen Zweifel, dass die Menge dieser Dämpfe veränderlich seyn wird von dem Punkte der völligen Sättigung des Gases, wenn es über Wasser

„(d. h. worin das Cyan mit halb so vielem Sauerstoff wie in „der Säure verbunden wäre), so würden, bei der *Zersetzung* „von einem Atome dieser Verbindung auf Kosten des Wassers, „3 Atome Bicarbonat von Ammoniak und 1 Atom Blausäure „entstehen. Ich will hiemit keineswegs behaupten, dass die „Säure der Knallsalze diese Zusammensetzung habe, obgleich „eine solche Vermuthung sehr wahrscheinlich werden kann „durch Liebig's Analyse der feuchten Silber- und Quecksil„ber-Fulminate, wobei, indem der Sauerstoff der Basis mit „in die Zersetzung der Säure einging, vollkommen dieselben „Produkte erhalten wurden, als wenn cyansaure Salze zersetzt „werden. Wenn man eine wirkliche Verschiedenheit in der „Zusammensetzung zwischen cyansaurem und knallsaurem Sil„ber voraussetzt, so stimmt keine so nahe mit dem von Gay-„Lussac und Liebig erhaltenen Resultate überein, als die „nach der Formel: $\dot{A}g + Cy^4O$ (d. i. *cyanigtsaures Silber-„oxyd*, worin sich der Sauerstoff der cyanigten Säure zu dem „des Oxydes = 1 : 2 verhält), und es wäre diess diejenige „Zusammensetzung, welche, nach dem, was ich im vorigen Jah„resbericht p. 114 anführte, unmittelbar aus Liebig's Ana„lyse folgt, wenn das Wasser abgezogen wird. Der Cyan-„Gehalt wird dann fast gleich mit dem, welchen Gay-Lussac „und Liebig gefunden haben, aber der Silbergehalt um 1,8 „pr. C. grösser, und dann wäre in der Analyse, statt keines „Verlustes, ein Verlust von 2,67 pr. C. Dieser ist grösser, als „man ihn in den Händen geschickter Experimentatoren als „möglich voraussetzen kann. Er liesse sich aber erklären, „wenn das zur Bestimmung des Silbergehaltes angewandte „knallsaure Silberoxyd, nicht eben so trocken war, wie das „mit Kupferoxyd verbrannte. Auch würde eine solche Zusam„mensetzung den Umstand erklären, welchen sie bemerkt ha„ben, dass bei der Zersetzung der knallsauren Salze mit Sauer„stoffsäuren zwar die Wasserstoff haltenden Produkte, Blau„säure und Ammoniak, entstehen, aber kein Aufbrausen; wo„nach es, sagen sie, den Anschein hat, als werde keine Koh„lensäure gebildet. Dieser letzte Fall ist nicht denkbar, aber „es ist möglich, dass ihr Volumen zu dem der Flüssigkeit zu „geringe war, als dass sie hätte mit Aufbrausen entweichen „können. Sie fanden ferner, dass 3,833 Grm. Doppeltfulminat „von Silberoxyd und Baryterde, 1,585 Grm. Chlorbaryum ge„ben. Diess ist genau so viel, als nach der eben supponirten „Formel erhalten werden musste, und mehr als bei Annahme „der Cyansäure in den Fulminaten hätte erhalten werden müs„sen." (Wöhler's Uebersetzung des Berzelius'schen Jahresberichtes für 1826.)

und Oel gestanden, bis zu unbekannten, aber viel geringeren Verhältnissen. Es ist deshalb für die Analyse des Oel- und Steinkohlengases von Wichtigkeit, Mittel zu besitzen, durch welche die Gegenwart und Menge jener bestimmt werden kann, und diese werden, so wie ich finde, durch den Gebrauch der Schwefelsäure, des Oels, u. s. w., vermöge der auflösenden Wirkung dieser auf jene, mit hinreichender Genauigkeit an die Hand gegeben.

Schwefelsäure ist in dieser Hinsicht ein sehr vortreffliches Mittel. Sie wirkt auf alle diese Substanzen augenblicklich und entwickelt keine schweflige Säure. Zwar bleibt, wenn die Menge der Substanz in Verhältniss zu der der Säure sehr beträchtlich ist, ein Körper zurück, der von der Säure nicht zerlegt oder mit derselben verbunden wird, und der weil er flüchtig ist, stets eine gewisse Menge von Dampf liefert; allein sobald die ursprüngliche Substanz nur als Dampf in einem gegebenen Gasvolumen, also in geringer Menge, vorhanden ist, so schadet diess nicht, da der Dampf von jener neuen durch die Wirkung der Säure erzeugten Substanz in der Säure selbst in geringer Menge auflöslich ist. Ich habe gefunden, dass, wenn auf *ein* Volumen des Dampfes von irgend einem der Produkte aus der Oelgas-Flüssigkeit, sey es für sich, oder gemischt mit 1, 2, 3, 4, bis 12 Vol. Luft, Sauerstoff- oder Wasserstoffgas, ein halbes oder ganzes Volumen Schwefelsäure einwirkte, dasselbe gänzlich absorbirt und weggeschafft wurde.

Wenn ölbildendes Gas zugegen ist, so hat man wegen der allmäligen Wirkung der Schwefelsäure auf

dasselbe noch mehr Sorgfalt bei den analytischen Untersuchungen zu nehmen. Ich fand, daſs *ein* Vol. Schwefelsäure bei Ueberschuſs von ölbildendem Gase innerhalb 24 Stunden ungefähr 7 Vol. im Halbdunkel eines Gemaches absorbirte; Sonnenlicht schien die Wirkung ein wenig zu vergröſsern. Wenn das ölbildende Gas mit Luft oder Wasserstoffgas verdünnt war, so wurde die in einer gegebenen Zeit absorbirte Menge noch mehr verringert, und war in diesen Fällen kaum innerhalb 2 Stunden wahrzunehmen; ein Zeitraum, welcher zur Entfernung irgend eines der besonderen Dämpfe aus dem Oel- oder Steinkohlengas völlig hinreichend scheint.

Die Art, wie ich verfuhr, war im Allgemeinen die: daſs ich über reinem Quecksilber *), das Gas, den Dampf oder das Gemenge in Glasröhre brachte und darauf mittelst einer gebogenen und mit einer Kugel versehenen Röhre die Schwefelsäure durch Blasen mit dem Munde durch das Quecksilber hindurchleitete. Die nachstehenden Resultate können den Prozeſs erläutern:

Oelgas aus einem Gasometer.

Gas	Schwefelf.		in 8'	in 1h	in 2h	Vermind. nach pr.Ct.
188 Vol.	+ 9,5 Vol.	verringerten sich zu	155,0	148,5	146,4	22,12
107 -	+ 13,0 -		88,5	84,5	82,0	23,33
138 -	+ 5,2 -		113,7	108,0	106,5	22,82

*) Wenn das Quecksilber oxydirbare Metalle enthält, so wirkt die Schwefelsäure auf dasselbe und entwickelt schweflige Säure. Es kann aber hinreichend gereinigt werden, wenn man es 24 Stunden lang mit Schwefelsäure in Berührung läſst und in der Zwischenzeit öfters umschüttelt.

Oelgas aus Gordon's Lampe.

	Schwefelſ.		in 15′	in 30′	in 3h	Vermind. nach pr.Ct.
214 Vol.	+ 6,8 Vol.	verringerten ſich zu	183,3	180,8	176,0	17,75
159 -	+ 5,9 -		137,5	136,0	130,4	17,98
113 -	+ 12,2 -		98,0	96,0	92,0	18,58

Steinkohlengas von geringer Güte.

548,6 Vol.	+ 27,6 Vol.	verringerten ſich zu	533,3	529,2	529,0	3,57
273,6 -	+ 27,8 -		267,9	266,0	266,0	2,78
190,6 -	+ 13,1 -		186,0	184,2	184,1	3,41

Oel kann ebenfalls auf gleiche Weiſe zur Abſonderung dieſer Dämpfe gebraucht werden. Es condenſirt ungefähr 6 Vol. von dem bei gewöhnlichen Temperaturen die gröſste Elektricität beſitzenden Dampfe, und es löſt mit groſser Leichtigkeit die Dämpfe derjenigen Flüſſigkeiten auf, welche höhere Temperaturen zu ihrem Sieden erfordern. Ich fand, daſs aus Gemengen, die zur Verpuffung mit Luft und Sauerſtoffgas gemacht wurden, der Dampf mittelſt Olivenöl leicht abgeſchieden werden konnte; und wenn ölbildendes oder ein anderes Gas zugegen war, ſo konnte die Löſung dieſes in dem Oel dadurch verhindert werden, daſs man das Oel vorher durch Schütteln mit ölbildendem Gaſe oder dem andern Gaſe ſättigte, und es darauf zur Fortſchaffung der Dämpfe anwandte.

Auf gleiche Weiſe können die weniger flüchtigen ätheriſchen Oele gebraucht werden, z. B. *trocknes* Terpentinöl, und ſelbſt derjenige Antheil von der condenſirten Flüſſigkeit, welcher 220° bis 230° F. zu ſeinem Sieden erfordert. Dabei iſt Sorge zu nehmen, daſs die Ausdehnung des Gaſes durch den Dampf der Flüſ-

ſigkeit gemeſſen werde, und dieſs kann leicht dadurch geſchehen, daſs man eine bekannte Menge gewöhnlicher Luft über jener Flüſſigkeit als Vergleich (standard) aufbewahrt.

Was die Verhältniſſe der verſchiedenen Subſtanzen in der durch Condenſation des Oelgaſes erhaltenen Flüſſigkeit betrifft, ſo iſt es auſserordentlich ſchwer, irgend ein genaues Reſultat zu erhalten, da eine unendliche Anzahl von Rectificationen erfordert wird, um die mehr flüchtigen Theile von den weniger flüchtigen zu trennen. Die folgende Tafel wird indeſs eine Annäherung geben. Sie enthält das, was 100 Gewichtstheile von der urſprünglichen Flüſſigkeit bei fortwährendem Sieden in einer Flaſche durch Verdampfung verloren hatten, jedes Mal wenn die Temperatur um 10° F. geſtiegen war.

100 Theile von 58°			Theile:	Unterſchied
hatten verloren bei	70	-	1,1	
	80	-	3,0	1,9
	90	-	5,2	2,2
	100	-	7,7	2,5
	110	-	10,1	2,4
	120	-	13,2	3,1
	130	-	16,1	2,9
	140	-	19,3	3,2
	150	-	22,4	3,1
	160	-	25,6	3,2
	170	-	29,0	3,4
	180	-	44,7	15,7
	190	-	68,1	23,4
	200	-	84,2	16,1
	210	-	91,6	7,4
	220	-	95,3	3,7
	230	-	96,6	1,3

Die rückständigen 3,4 Theile wurden unterhalb 250° mit geringer Zersetzung verjagt. Die dritte Kolumne giebt die Mengen, die zwischen jedem Zwischenraum von 10° verflüchtigt wurden, und zeigt, dass das, was zuvor als Bicarburet beschrieben ward, in reichlicher Menge zugegen war.

Dass diese Dämpfe zu der sehr hohen Leuchtkraft des Oelgases bedeutend beitragen, wird man leicht einsehen, wenn man erwägt, dass jenes Gas mit vielen derselben, besonders von der dichteren Art, völlig gesättigt ist. Als ich Portionen von einer Flüssigkeit destillirte, die sich in den zu einem Oelgas-Gasometer führenden Röhren abgesetzt hatten und mir von Hrn. Hennel in der Apothekerhalle, gegeben waren, fand ich, dass sie Antheile von dem Bicarburet enthielten. Es wurde dadurch entdeckt, dass ich eine geringe Quantität von der bei 190° F. überdestillirenden Flüssigkeit, einer Kälte von 0° F. aussetzte, wobei die Substanz aus der Lösung heraus krystallisirte. Es ist also klar, dass das Gas, von welchem es abgesetzt worden war, mit ihm gesättigt gewesen ist. Als eine Portion frischen Steinkohlentheers destillirt wurde, konnte ich es in diesem — wie zu erwarten stand — nicht entdecken; jedoch war die Wirkung der Schwefelsäure hinreichend, um das Vorhandenseyn einiger dieser Körper im Steinkohlengas selbst nachzuweisen.

Was den wahrscheinlichen Nutzen der Flüssigkeit aus condensirtem Oelgas betrifft, so ist zunächst klar, dass es wegen seiner Flüchtigkeit, bei Hineinbringung in ein mit blasser Flamme brennendes Gas, eine solche Menge Dampf liefern wird, um dieses hell leuchtend zu machen; selbst der Dampf von denjeni-

gen Portionen, welche 170°, 180° und darüber zum Sieden erfordern, ist so dicht, dass er in geringen Mengen zu diesem Endzweck völlig hinreicht. Eine Wachskerze ward über Wasser in einer Flasche mit gemeiner Luft ausgebrannt, eine Portion von der bei 190° siedenden Flüssigkeit hineingeleitet und umgeschüttelt. Das Gemenge brannte darauf aus einer grossen Oeffnung mit der hellen Flamme und dem Ansehen des Oelgases, obgleich natürlich weit mehr verbraucht wurde, als zu demselben Licht vom Oelgase erforderlich gewesen wäre. Zugleich hatte die Flamme keine Beimischung vom Blau, sie mochte gross oder klein seyn. Hr. Gordon hat, so wie ich erfuhr, den Gebrauch der Flüssigkeit in dieser Weise vorgeschlagen. Die Flüssigkeit ist auch ein vortreffliches Auflösungsmittel des Kautschuks und übertrifft in dieser Eigenschaft alle übrigen Substanzen. Sie ist schon zu diesem Endzweck angewandt worden. Auch entspricht sie allen Zwecken, wo wesentliche Oele als Lösungsmittel gebraucht wurden, wie z. B. zu Firnissen u. s. w. und in einigen Fällen, wo Flüchtigkeit erforderlich ist, übertrifft sie dieselben bei weitem, wenn sie rectificirt wird.

IV.

Ueber die Verdunstungskälte und deren Anwendung auf Hygrometrie;

von

E. F. August, Prof. in Berlin.

(Fortsetzung.)

Es kommt aber hier auch noch ein zweiter, sehr bedeutender Umstand in Betrachtung. Sehr oft, wenn die Temperatur der Luft ziemlich hoch und die Feuchtigkeit derselben verhältnissmäßsig gering ist, kann das Daniell'sche Hygrometer gar nicht zum Beschlagen gebracht werden. Ich werde späterhin einige Versuche der Art genauer angeben. In diesem Falle strömt offenbar dem Instrumente von Aussen so viel Wärme zu, dass es durch die Verdunstung im Innern die zum Niederschlage des atmosphärischen Dunstes erforderliche Temperaturerniedrigung in seiner äusseren Oberfläche nicht erlangen kann. Ein ähnliches Wärmezuströmen von Aussen her, wenn auch nicht ein so bedeutendes, müssen wir aber bei jedem Versuche annehmen; mithin wird die äussere Oberfläche nie genau dieselbe Temperatur haben, welche das Thermometer im Innern des Instrumentes angiebt, sondern eine höhere; und zwar wird begreiflicher Weise dieser Unterschied immer grösser seyn, je grösser die Differenz des Niederschlagepunktes und der Temperatur der äusseren Luft ist. Die Uebersicht

unserer Versuche (p. 81) bestätigt diess aufs Vollkommenste. Sie sind, wie man aus der vierten Spalte sieht, nach der Zunahme der Differenzen am Psychrometer geordnet, mit dieser hängt auch die Zunahme der Differenzen des Daniell'schen Hygrometers zusammen. Zugleich aber auch bemerkt man in der achten Spalte auf dem unteren Theile weit grössere Differenzen als auf dem oberen, während in No. I. bei der ganzen Differenz von 1,4 am Daniell'schen Hygrometer die Abweichung nur 0,078 Millimeter beträgt, ist sie in No. 19. bei dem Unterschiede von 14,0° schon auf 2,094 Millim. gekommen; was beinahe drittehalb Grade Temperaturunterschied ausmacht. Dass die Abweichung nicht ganz regelmässig steigt und fällt, liegt unter andern in der Unsicherheit über die Bestimmung des Punktes der Condensation des Dunstes am Daniell'schen Hygrometer, die bei den sorgfältigsten Beobachtungen doch immer noch ein Schwanken von 1° Centes. zulässt. Die Erwägung dieser Umstände muss uns geneigt machen, die Anzeigen des Psychrometers für zuverlässiger zu halten, da auch die Beobachtung desselben leichter und sicherer ist, also nicht so leicht Beobachtungsfehler entstehen können. Noch mehr wird uns die Brauchbarkeit des Psychrometers durch die Versuche bestätigt, welche mit demselben in verschieden erwärmter, aber gleich feuchter, Luft angestellt werden.

In der folgenden Uebersicht sind die Resultate einiger Versuche zusammengestellt, die im Sonnenschein gemacht worden sind. Hier ist keine vergleichende Beobachtung des Daniell'schen Instrumentes möglich; indess waren die Versuche gleichzeitig mit

ſolchen, die in der vorigen Ueberſicht (St. 1. S. 87) enthalten ſind und im Schatten angeſtellt waren, deren Nummer ſich daher in der erſten Spalte findet; die letzte enthält die Differenz der Angaben des Pſychrometers im Schatten von dem gleichzeitigen Verſuche im Sonnenſchein, der letztere als Minuendus betrachtet.

No.	tr. Th.	f. Th.	Diff.	Exp. *a*	Diff.
3	14,4	12,8	1,6	10,295	0,363
7	20,0	16,1	3,9	11,376	0,128
13	23,1	16,2	6,9	9,670	—0,208
14	25,3	16,4	8,9	8,649	0,088
15	23,9	16,1	7,8	9,035	0,488
16	27,8	19,3	8,5	11,705	0,702
18	28,0	18,0	10,0	8,387	—0,022
20	30,5	18,3	12,2	8,327	0,266

Die Abweichungen, die wir hier am Pſychrometer ſelbſt erhalten, ſind lange nicht ſo bedeutend, wie die Abweichungen des Pſychrometers vom Daniellſchen Hygrometer. Die Wirkungen der ſtrahlenden Wärme, die in der allgemeinen Formel nicht berückſichtiget werden konnte, müſſen wohl als die Haupturſache dieſer Abweichungen angeſehen werden. Daher auch die Angaben im Sonnenſchein meiſtens ein gröſseres Reſultat geben, wie im Schatten. Es werden zwar beide Thermometer durch die ſtrahlende Wärme erhöht; dadurch kann aber der Fehler nicht ganz verſchwinden. Die Differenzen ſind bei ſolchen Verſuchen gröſser, die man des Morgens anſtellt, als bei denen, die des Mittags oder Abends gemacht werden. Dieſe Bemerkung fand ich durch ſehr viele Verſuche beſtätiget, und die Erſcheinung läſst ſich, wie ich glaube, leicht erklären.

Die Luft ist in der Regel nach einer heiteren Nacht abgekühlt, kann also dem feuchten Thermometer nicht viel Wärme mittheilen; dahingegen wirken die Strahlen der Sonne schon mit bedeutender Kraft. Die Differenz also der durch Strahlung in der feuchten Belegung erzeugten Wärme gegen die aus der Luft mitgetheilte, ist bedeutender als des Mittags und Abends, wo die Luft schon durchwärmt ist.

Auch in solchen Fällen, wo das Daniell'sche Hygrometer selbst im Schatten keinen Hauchring zeigte, stimmten die Anzeigen des Psychrometers im Sonnenschein mit denen im Schatten ziemlich genau überein. Ich will hier nur zwei Fälle aus zehn Versuchen, die ich darüber zu machen Gelegenheit hatte, anführen.

	Barom.	t. Th.	f. Th.	Diff.	Exp. a	Diff.
1.	767,7	25,0	16,7	8,3	9,231	—
	—	20,3	14,2	6,1	8,570	0,661
2.	764,25	25,3	15,8	9,5	7,806	—
	—	22,9	14,5	8,4	7,547	0,261

Da nun einige Abweichungen der Resultate jederzeit auf die Beobachtungsfehler und auf die Mangelhaftigkeit der Dalton'schen Zahlen (die aber in den niedrigeren Temperaturen sehr gut mit den oben angeführten Gay-Lussac'schen Versuchen und mit meinen eigenen unmittelbaren Prüfungen stimmen) zu schreiben sind, so wird man aus dem bisher Gesagten das Psychrometer als ein zu hygrometrischen Versuchen geeignetes Instrument anzusehen haben. Sehr merkwürdig bleibt die Entdeckung, welche mich zuerst zu genaueren Untersuchungen veranlasste, dass die halbe Differenz des Daniell'schen Instrumentes ziemlich genau mit der Differenz des Psychrometers

übereinstimmt. Dies zeigt besonders ganz augenfällig die Vergleichung der vierten und fünften Spalte in der ersten Uebersicht der 20 Versuche. Die gröfste Abweichung beträgt in No. 18 *einen Grad*; dahingegen findet sich No. 17 vollkommene Uebereinstimmung. Die Abweichung im Mittel beträgt 0,3°. Da die Zahlen der fünften Spalte überwiegend gröfser sind als die der vierten, so wäre eine noch gröfsere Uebereinstimmung zu erwarten, wenn beim Daniell'schen Instrument der oben bemerkte Mangel einer vollkommenen Uebereinstimmung des inneren Thermometers mit der Temperatur seiner Oberfläche gehoben werden könnte. Auf jeden Fall aber ist für Beobachtungen, wo nicht der gröfste Grad der Genauigkeit erfordert wird, genügend, die Differenz des Psychrometers als die Hälfte des Temperaturunterschiedes zu betrachten, den die äufsere Luft gegen den Condensationspunkt des in ihr enthaltenen Dunstes hat.

Prüfungen der Formel auf diesen Punkt haben mir gezeigt, dafs unter den Barometerständen, die nur irgend an einem Punkte der Erdoberfläche Statt finden können, immer eine ebenfalls mögliche Lufttemperatur Statt findet, bei der diese Uebereinstimmung vollkommen ist. Daher die Abweichung nie sehr bedeutend werden kann.

In gewissen Fällen läfst sich der Zustand der Feuchtigkeit in der Luft aus andern Umständen vermuthen; auch da habe ich die Anzeigen des Psychrometers recht bewährt gefunden. So z. B. gab das Daniell'sche Hygrometer am Abende des 15t. Septembers den Condensationspunkt des Dunstes bei 10°,6 Centes. an; das Psychrometer, wie immer, etwas höher; so dafs also

dieses noch mehr Feuchtigkeit in der Luft angab als jenes. Da nun in der Nacht, wie die Anzeigen eines Thermographen am folgenden Morgen um 6 Uhr ergaben, die niedrigste Temperatur der Luft 8,8° Cent. gewesen war, und sich bis 6 Uhr noch nicht bedeutend erhöht hatte, so war zu erwarten, dass die Luft nicht mehr Feuchtigkeit enthalten konnte als bei 8,8° im Maximum ist; denn so weit musste die Feuchtigkeit durch Niederschlag in der Nacht vermindert worden seyn. In der That aber gab das Psychrometer bei einem Barometerstande von 756,4 Millimetern, am trocknen Thermometer die Anzeige 11,1°, am feuchten 10°, woraus sich nach der Formel auf eine Expansivkraft des Dunstes von 8,82 Millimeter schliessen lässt. Die zu 8,8° gehörige Expansivkraft im Maximum ist aber nach den Dalton'schen Zahlen 8,80 Millimeter. Man sieht hier eine sehr genaue Uebereinstimmung des Resultates der Beobachtung mit der Voraussetzung, zu welcher den Gesetzen der Verdunstung durchaus angemessene Schlüsse berechtigten.

Ueber die Brauchbarkeit des Psychrometers im Winter erwarte ich noch die nöthigen Erfahrungen. So viel scheint gewiss, dass in der allgemeinen Formel $\lambda = 550° + 75° = 625°$ zu setzen seyn müsste, sobald das verdunstende Wasser im Ueberzuge der einen Thermometerkugel als Eis vorhanden wäre; weil die latente Wärme des Wassers gegen Eis $= 75°$ angenommen wird.

Vollkommener kann überhaupt der Gebrauch dieses Instrumentes, dessen *Anzeigen* aber nicht so schwankend, wie die des Daniell'schen sind, erst dann werden, wenn man die in der Rechnung nöthigen

Zahlen mit vollkommner Richtigkeit wird ausgemittelt haben. Namentlich gilt dies auch für die Werthe von γ und k, die vielleicht nach Dulong's Entdekkungen über die mit der Temperatur zunehmende specifische Wärme der Körper nicht als so constante Gröſsen betrachtet werden können, als hier, aus Mangel an genügenden Vorarbeiten, noch geschehen ist.

Vergleichungen des Psychrometers mit dem Daniell'schen Instrument auf hohen Bergen sind eine sehr wünschenswerthe Prüfung desselben, die ich noch nicht habe vornehmen können. Die Luftpumpe kann hier keinen Ersatz geben; da die feuchte Thermometerkugel unter dem Recipienten rasch verdunstet und in jedem Augenblick das Feuchtigkeitsverhältniſs in der abgesperrten Luft abändert.

Leslie's Hygrometer *) beruht bekanntlich auf ähnlichen Grundsätzen. Die Anwendung eines Differenzialthermometers scheint aber, obgleich das Instrument dadurch empfindlicher wird, nicht so bequem, weil auf ein solches manche andre Umstände störend einwirken könnten. Die Art und Weise der Berechnung ist von dem scharfsinnigen Erfinder jenes Instrumentes nur sehr oberflächlich angegeben worden; auch haben die über die Gesetze der Verdunstung von ihm aufgestellten Principien gegründete Ausstellungen von andern Physikern gefunden. Man kann sich aber der hier gegebenen Formel ebenfalls bei einem Leslie-

*) Beschrieben in dem kurzen Bericht von Versuchen und Instrumenten, die sich auf das Verhalten der Luft zu Wärme und Feuchtigkeit beziehen, von John Leslie, übersetzt und mit Anmerkungen von H. W. Brandes. Leipz. 1823.

schen Hygrometer bedienen, wenn man für $t - t'$ den zehnten Theil seiner Millesimalgrade setzt, danach t' bestimmt um e' finden zu können; t' muſs anderweitig beobachtet werden. Den Namen *Psychrometer* (d. i. Verdunstungskältemesser, von ψυχρος, naſskalt) halte ich deshalb für zweckmäſsig, weil durch das Instrument unmittelbar die Verdunstungskälte angegeben wird, aus welcher erst mittelbar der Feuchtigkeitszustand der Luft gefunden werden kann.

Tabellen zur Erleichterung der Rechnung, die in den gegebenen Beispielen nach der vollständigen Formel geführt ist, habe ich zwar für meinen Gebrauch schon angefertigt, trage aber Bedenken, sie eher öffentlich zu machen, bevor fortgesetzte Versuche mich über die Anwendbarkeit des Psychrometers auf Hygrometrie völlig belehrt haben werden. Bis dahin empfehle ich diese vorläufigen Bemerkungen der Aufmerksamkeit der Leser dieser Annalen, und würde mich freuen, durch dieselben zweckmäſsige Untersuchungen über einen so wichtigen Gegenstand wieder in Anregung gebracht zu haben *).

*) Der Mechanicus Herr J. G. Greiner jun. in Berlin (Friedrichsgracht No. 49.) ist auf meine Veranlassung jetzt damit beschäftigt, sehr genaue zu diesen Untersuchungen besonders geeignete Thermometer anzufertigen, die auch gleich so zusammengestellt werden können, daſs man sich ihrer als Psychrometer bedienen kann. Eben derselbe giebt zu jedem Instrumente als Beilage sehr einfache Tabellen zur Bestimmung der Feuchtigkeit in der Luft, welche ich vorläufig für die Temperaturen über 0 so berechnet habe, daſs die Expansivkraft in Pariser Linien daraus gefunden wird.

A.

N. Schr.

Seit der Einsendung meines Aufsatzes habe ich mit einem von dem erwähnten meteorologischen Instrumentenmacher sehr genau angefertigten Psychrometer, auf welchem Fünftel eines Centesimalgrades unmittelbar abgelesen, die Zehntel also zuverlässig geschätzt werden können, sehr viele vergleichende Versuche zu machen und mich über die Anwendbarkeit der oben entwickelten Formel noch mehr zu überzeugen Gelegenheit gehabt. Die Annäherungsformel, welche für den mittleren Barometerstand berechnet wurde, giebt auf Pariser Linien übertragen den einfachen Ausdruck $e = e' - 0,26 (t - t')$. Für diese Formel habe ich e' für alle Temperaturgrade von 0° bis 30°, von Zehntel zu Zehntelgrad in Pariser Linien aus Biots Tafel der Dalton'schen Zahlen berechnet, und eine Multiplicationstabelle von 0,26 hinzugefügt, so dass man also nur für t in der ersten Tafel den Werth von e' und für $t - t'$ aus der zweiten den Subtrahendus aufzusuchen hat, um dann durch eine einfache Subtraction die Expansivkraft des in der Luft enthaltenen Wasserdunstes in Pariser Linien zu finden. Diese Tabellen habe ich dem oben genannten Verfertiger des Instrumentes übergeben und noch die Formeln für die Berechnung der Gewichtsmenge des in einem preuss. Cubikfuss enthaltenen Wasserdunstes hinzugefügt, welche ich sehr nahe $x = \frac{1230 \cdot e}{1000 + 4t}$ finde.

Die Dalton'schen Zahlen selbst habe ich in den betreffenden Temperaturen durch folgende einfache Vorrichtung geprüft:

An einem ausgekochten kleinen Heberbarometer von 7 bis 8″, wie man sie gewöhnlich bei Luftpumpen anwendet, würde am Ende des offenen, mit dem geschlossenen gleich langen Schenkels eine Kugel angeblasen und mit Wasser gefüllt, welches dann durch Hitze sammt der darin enthaltenen Luft bis auf einen kleinen Rückstand herausgetrieben, und dann die Kugel geschlossen wurde. Indem nun die Wasserdünste erkalteten, sank das Quecksilber in dem zuerst verschlossnen Schenkel; in diesem befindet sich also die toricellische Leere und in dem andern Wasserdunst über dem Quecksilber. Aus dem Unterschiede des Standes in beiden Schenkeln ergiebt sich nun die Expansion des Dunstes im Maximo. Um die Temperatur des Dunstes möglichst genau auszumitteln, ist die angeblasene Kugel, welche den Dunst enthält, in unmittelbarer Berührung mit der Kugel eines sehr empfindlichen Thermometers, und beide zugleich sind in Leinwand eingehüllt. Die Beobachtung wird nur gemacht, nachdem sich das Instrument mit der umgebenden Luft im Zimmer oder im Freien in thermometrisches Gleichgewicht gesetzt hat. Auf diese Weise fand ich:

1) bei 34° Fahrenheit die Expansivkraft des Dunstes 2,49‴; nach Dalton 2,41‴. (durch *einen* Versuch.)
2) bei 54° F. die Exp. des Dunstes 4,82‴ (nach D. 4,81). (Mittel von 3 Versuchen.)
3) bei 63° F. die Exp. des Dunstes 6,49‴ (nach D. 6,44). (Mittel von 7 Versuchen).
4) bei 91° F. die Exp. des Dunstes 15,30‴ (nach D. 15,81). (In einem einzelnen Versuche.)

In den Zwischenbeobachtungen traf ich dieselben Uebereinstimmungen an. Daher ich die Dalton'schen Zahlen in diesen Gränzen für ausreichend halte.

Die grosse Uebereinstimmung des Psychrometers mit dem Daniell'schen Hygrometer in so vielen Versuchen läſst schon einen grossen Grad von Genauigkeit bei den erwähnten Zahlen vermuthen.

V.

Bemerkungen über die Klangfiguren der Scheiben;

von

E. F. F. Chladni.

In diesen *Annalen*, B. 80, St. 2. S. 205 findet sich eine Abhandlung von Herrn Strehlke, Lehrer der Mathematik in Danzig, welche verschiedenes enthält, womit ich nicht einverstanden seyn kann.

Nach S. 205 sollen Scheiben von Messing oder Glockenmetall vorzüglich zu Versuchen geeignet seyn, Glasscheiben aber weniger, weil sie weniger rein und scharf begränzte Figuren geben sollen, als metallene. Dagegen muss ich aber bei meiner frühern Behauptung bleiben, dass Glasscheiben in jeden Betracht besser sind, als metallene. Selten wird man eine Metallscheibe erhalten können, die homogen genug, d. i. überall von hinlänglich gleicher Dicke und Consistenz wäre, um Klangfiguren, besonders die zusammengesetztern regelmäßsig und symmetrisch zu geben, wie man auch an den von Herrn Strehlke in Tab. III. und IV. dargestellten Figuren sieht, die alle ohne Ausnahme nichts anderes, als Verzerrungen regelmäfsiger Figuren sind, und deren unzählig viele möglich sind, theils unwillkührlich durch Ungleichheiten der Dicke der Scheiben an verschiedenen Stellen, oder auch durch Abweichungen der Gestalt von der vollkommenen Genauigkeit, theils auch in mehrerem oder minderem

Grade willkührlich, durch kleine Abänderungen der Haltungsstelle. Weit leichter lassen sich unter mehrern Glasscheiben, von denen die meisten nicht viel taugen und nur verzerrte Figuren geben würden, manche aussuchen, auf denen die Figuren bei gehörigem Verfahren ganz oder gröfstentheils regelmäfsig und symmetrisch sich hervorbringen lassen. Um brauchbare Scheiben auszusuchen, wird es gut seyn, wenn man ein recht scharfes Augenmafs hat, um über die mehrere oder mindere Gleichförmigkeit der Dicke zu urtheilen. Dafs Glasscheiben minder scharfe Figuren hervorbringen sollten, als Metallscheiben, ist ganz ungegründet. Welcher Schärfe und Genauigkeit die Figuren auf einer hinreichend homogenen Glasscheibe fähig sind, davon kann ich einen jeden leicht durch den Augenschein überzeugen, und ich habe es auch besonders in meinen *Neuen Beiträgen zur Akustik* (Leipzig 1817) Tab. I bis III gezeigt, wo ich überhaupt die Schwingungen einer Quadratscheibe weit genauer, als in meiner *Akustik*, abgehandelt, und auch die Tonverhältnisse nebst den Fortschreitungen der Schwingungszahlen, so gut es sich thun liefs, zu bestimmen gesucht habe. Die Figuren habe ich alle wirklich hervorgebracht, ausgenommen die beiden letztern, welche ich nach der Analogie so dargestellt habe, wie sie sich an einer noch etwas gröfsern hinlänglich regelmäfsigen Scheibe zeigen würden.

Glasscheiben gewähren auch wegen ihrer Durchsichtigkeit den Vortheil, dafs man aufser der gehaltenen Stelle noch eine, wenn es nöthig ist, unterwärts mit einem Finger gelind berühren, und dadurch die Schwingungsart, welche man verlangt, mit Wegdäm-

pfung solcher Schwingungsarten, die andere Figuren und Töne geben, sicherer darstellen kann. Dass Glasscheiben gellendere Töne geben sollen, als Metallscheiben, besonders als dünne Messingscheiben, die auch bisweilen unangenehme Töne geben, kann ich nicht finden, es würde dieses auch, wenn es auf Anstellung von Versuchen ankommt, nicht in Betracht kommen können.

S. 212 wird gesagt, 1) dass die Knotenlinien nie gerade, sondern stets krumme Linien sind, und 2) dass sie sich nie durchschneiden. Nun glaube ich wohl, dass die Linien, welche Herr Str. erhalten hat, wie ich auch aus den von ihm gegebenen Figuren ersehe, nie gerade gewesen sind, und sich nie durchschnitten haben, weil seine Metallscheiben hierzu nicht homogen genug waren. Wenn aber eine Scheibe *hinreichend homogen und regelmässig ist und man gehörig verfährt*, so werden an Quadratscheiben und Rechteckscheiben die Figuren sich *so zeigen, wie ich sie dargestellt habe*, und es werden

1) *bei manchen Schwingungsarten alle, bei andern manche Linien gerade seyn;*

2) *bei mancher Schwingungsart werden gerade oder auch krumme Linien sich durchschneiden;*

3) *jede nicht (absichtlich oder aus Versehen) durch kleine Abänderungen der Haltungsstelle zu sehr verzerrte Figur wird vollkommen symmetrisch seyn, manche in normaler, manche in diagonaler Richtung betrachtet.*

Wenn an den Durchschnittsstellen der Sand mehr, als an andern Stellen liegen bleibt, so dass sich an den Ecken die schwingenden Theile nicht scharf

rechtwinklig, sondern etwas hyperbolisch abgerundet zeigen, so liegt es nicht etwa daran, daſs sich die Linien nicht wirklich schnitten, sondern die Ursache ist, weil in den Ecken die Excursionen der schwingenden Theile zu gering sind, und diese also nahe an den Ecken nicht Kraft genug haben, um den Sand eben so fortzuwerfen, wie es von den entferntern Stellen geschieht. Eben deshalb sind auch die Durchschnittsstellen allemal die schicklichsten, um die Scheibe zu halten.

Gegen den Gebrauch eines Werkzeugs, um die Scheibe zu halten, habe ich zwar nichts einzuwenden, ich finde es aber allemal leichter und bequemer, mich der bloſsen Finger zu bedienen, wobei ich die Scheibe, wo möglich, allemal an einer Durchschnittsstelle der Linien, nicht aber am Rande halte, auſser etwa in Fällen, wo eine Ausbiegung einer Linie sich am Rande befindet.

Die Schwingungsarten einer Quadratscheibe oder Rechteckscheibe werden auch nebst ihren Tonverhältnissen, welche eben so sehr müssen in Betrachtung kommen, als die Figuren, nie auf eine andere Art können der Natur gemäſs geordnet werden, als nach der Zahl der Linien, die in die Länge und in die Quere entweder wirklich gehen, oder bei mancher Schwingungsart durch gewisse regelmäſsige und symmetrische Veränderungen oder Verzerrungen repräsentirt werden, so wie ich sie auch an Quadratscheiben in meinen *neuen Beiträgen zur Akustik* auf diese Art besser, als in der *Akustik*, geordnet habe.

Die allgemeinen ersten Elemente zur Beurtheilung der Klangfiguren sind folgende: Zwei einander durch-

ſchneidende Linien oder Theile von Linien können ſich nach der einen oder nach der andern Richtung trennen, und mit andern benachbarten Linien ſich auf mannigfache Art verbinden, ſo daſs 2 oder mehrere in gleicher Richtung ſchwingende Theile (+ theils oder — theils) ſich vereinigen. So können auch 2 gerade Linien oder Theile von geraden Linien ſich krümmen, entweder *einwärts*, wo ſie endlich einander durchſchneiden, und ſich auch wieder nach der andern Seite in zwei gekrümmte Linien, die gegen einander gekehrt ſind, auflöſen, und auch nach dieſer Seite gerade werden können; oder *auswärts*, ſo daſs ſie von einander abwärts ſich krümmen und bei noch mehr zunehmender Krümmung einen Kreis, oder vielmehr ein Viereck mit hyperboliſch abgerundeten Ecken bilden, welches ſich auch nach der andern Seite zu in zwei krumme, und endlich in gerade Linien auflöſen kann. Um dafür einen kurzen Ausdruck zu haben, nenne ich das erſte: Abänderung oder Verzerrung durch *Concavität*, und das andere: Abänderung oder Verzerrung durch *Convexität*, und Figuren, in welchen eines von dieſen vorherrſchend iſt, *concave* oder *convexe Figuren*. Es können alſo folgende Uebergänge von Linien oder Theilen von Linien nach der einen Richtung zu Linien oder Theilen von Linien nach der andern normalen Richtung Statt finden, bei denen jede Reihe bei Beurtheilung der Zahlen von Linien als gleichbedeutend anzuſehen iſt:

Uebergänge durch Concavität:

=   ⌣⌢   X   )(||

Uebergänge durch Convexität:

=   ⊂⊃   O   () ||

Diese Grundzüge sind als das Alphabet zum Verständnisse der Klangfiguren anzusehen. Was hier einfach dargestellt ist, kann bei zusammengesetzteren Figuren sich wiederholt und in allen Abstufungen zeigen. Bei mancher Schwingungsart lassen sich diese Uebergänge ohne Veränderung des Tones durch eine geringe Veränderung der Haltungsstelle bewirken, am besten bei der, wo 3 Linien nach einer Richtung gehen, wo ich den Uebergang in meinen *Neuen Beiträgen zur Akustik* in Tab. I Fig. 6, und die geringe Verschiedenheit der Haltungsstelle in Tab. IV Fig. 69 dargestellt habe, so wie ich auch diese Uebergänge von Fig. 6 *a* bis *e* und zurück von *e* bis *a* in allen Abstufungen Jedem leicht zeigen kann. Manche Schwingungsarten und Reihen von Schwingungsarten, (an einer Quadratscheibe die meisten von denen, wo die Summe der vorhandenen Knotenlinien eine gerade Zahl ist) zeigen sich nie anders, als im regelmäsigsten Zustande mit einer möglichst concaven oder möglichst convexen Figur, und im ersten Falle ist der Ton allemal tiefer, als im letztern.

In der *Wellenlehre* von Ernst Heinrich Weber, Professor in Leipzig, und Wilhelm Weber in Halle (Leipzig 1825), einem Buche, welches nicht nur in Beziehung auf die Wellen tropfbarer Flüssigkeiten, sondern auch auf die Schallwellen so viele neue und merkwürdige Resultate von Versuchen und richtige Ansichten enthält, dass jeder, der sich mit der Bewegungslehre oder mit der Akustik beschäftigt, es nicht füglich wird entbehren können, wird auch viel Interessantes über die Klangfiguren der Scheiben gesagt, und unter andern gezeigt, wie diese (stehenden, d. i. an ihrem Orte bleibenden) Schwingungen an Scheiben, Stäben, Saiten und auch in der Luft aus anfänglichen fortschreitenden Wellenbewegungen entstehen. Es ist den Verfassern auch gelungen, an tropfbaren Flüssigkeiten stehende Schwingungen oder Wellenbewegungen zu erregen, und sichtbar zu machen, die den Klangfiguren einer Scheibe analog sind.

Wenn Savart manche Resonanzfiguren mit den eigentlichen Klangfiguren verwechselt hat, wird dieses auch gehörig berichtigt.

Chladni.

VI.

Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles, gemacht in Holland,

von

Dr. G. Moll, Prof. d. Phys. an d. Univ. z. Utrecht und dem Dr. Van Beek *).

Die von Newton für die Geschwindigkeit des Schalles gegebene Formel:

$$c = \sqrt{\frac{gp}{D}}$$

ist, nach ihm, von mehreren der ersten Mathematiker untersucht und bewiesen worden. Wirkliche Versuche aber, die in verschiedenen Ländern und unter verschiedenen Umständen über die Geschwindigkeit des Schalles angestellt wurden, haben gezeigt, daſs dieselbe in der Erfahrung fast um ein Sechstel gröſser ausfällt, als sie aus der Theorie abgeleitet werden kann.

Der berühmte Laplace erklärte diesen Unterschied zwischen dem Versuch und der Theorie dadurch, daſs er zeigte, es könne derselbe der Wärme zugeschrieben werden, welche sich bei der durch die Schallwellen bewirkten Zusammendrückung der Lufttheilchen entwickelt. Man fand es unmöglich, die so entwickelte Wärmemenge zu bestimmen, und hielt es deshalb für nöthig die Newton'sche Formel mit einem constanten Faktor: $\sqrt{1+k}$ zu multipliciren, dessen

*) Philos. Transactions for 1824 pt. II. p. 424. Im Auszuge.

Werth durch Versuche ausgemittelt worden. Newton's Formel, so umgeändert, ist:

$$c = \sqrt{\frac{p \cdot g}{D}} \sqrt{\frac{1}{1+k}}$$

So wurde durch die Versuche der französischen Akademiker i. J. 1738, zu jener Zeit die genauesten über diesen Gegenstand, der Werth von k zu: 0,4254 gefunden. Es ist klar, dass diese Correction an der ursprünglichen Formel ganz empirisch ist, und von der Genauigkeit der Versuche abhängt; Versuche, die im Jahre 1738 gewiss noch nicht die Vollkommenheit erreicht hatten, welche gegenwärtig verlangt wird.

Dieserhalb wurde von Laplace jene Formel in die folgende verwandelt:

$$\sqrt{\frac{g \cdot p}{D}} \cdot \sqrt{\frac{c'}{c}}$$

in welcher c' die specifische Wärme der Luft unter constantem Druck, und c die specifische Wärme der Luft bei constantem Volumen bezeichnet*).

Mein Freund der Dr. Van Rees Professor an der Universität zu Lüttich hat über die Correction $\sqrt{\frac{c'}{c}}$ einen Beweis gegeben, welcher diesem Aufsatz noch beigefügt werden soll**) und mit dem von Poisson verglichen werden kann***). Der Werth von $\frac{c'}{c}$ wurde

*) Laplace in den Ann. de Chim. et Ph. III. 238.

**) Dissertatio de celeritate soni. Traject. ad. Rhen. 1818. (Dieser Beweis ist indess in den Philosoph. Transact. nicht enthalten. Ich werde ihn im nächsten Heft dieser Abhandlung hinzufügen und zwar so, wie er im Auszuge aus der hier genannten Dissertation schon vor längerer Zeit vom Hrn. Prof. Brandes für die Annalen bearbeitet worden ist. (*P.*)

***) Ann. de Chim. et Phys. Mai 1823. p. 5.

von Laplace aus den Versuchen des Hrn. Laroche und Berard*) bestimmt, und gleich 1,4954 gefunden; spätere und genauere Versuche der Herrn Gay-Lussac und Welter führten denselben jedoch auf 1,3748 zurück.

Eine andere Ursache der Differenz zwischen den wirklichen Versuchen über die Geschwindigkeit des Schalles und deren Theorie liegt in der veränderlichen Kraft des Windes, welcher die Geschwindigkeit des Schalles entweder beschleunigt oder verzögert, je nach der Richtung, in welcher er weht. Es scheint, als könne diese Fehlerquelle auf folgende Art vernichtet werden. Man errege den Schall an beiden Enden der Standlinie genau zu gleicher Zeit und lasse die Geschwindigkeit, mit welcher sich derselbe von einem Ende der Standlinie nach dem andern hin fortpflanzt, durch zwei an diesen Endpunkten stationirte Beobachter messen. Es ist klar, dass die Wirkung des Windes den an einem Ende der Basis erregten Schall in seiner Geschwindigkeit nothwendig um eben so viel beschleunigen muss, als sie den vom andern Ende her verzögern wird, und dass so das Mittel aus diesen Geschwindigkeiten die Geschwindigkeit des Schalles in ruhiger Luft geben wird. Dieses Verfahren war von den französischen Akademikern bei ihren Versuchen im J. 1738 zwischen *Montlhéry* und *Montmartre* nicht angewandt worden. Nur an einer dieser Stationen wurden Kanonenschüsse gethan, während die Beobachter sich an der andern Station befanden, und dadurch blieb das Resultat mit dem ganzen Einfluss des

*) Ann. de Chim. Tom. LXXXV. p. 72.

Windes behaftet. Es wurde daher für nöthig gehalten, diese Versuche mit mehrerer Genauigkeit zu wiederholen und dieses geschah auf Vorschlag des Herrn Laplace mit grosser Sorgfalt durch die Herrn Arago, Prony, Mathieu, Bouvard, v. Humboldt und Gay-Lussac. Die Versuche wurden im Jahre 1822 auf der Basis von *Montlhéry* und *Villejuif* gemacht. In zwei auf einander folgenden Tagen, am 21. und 22. Juni 1822, wurden an jeder Station sieben Schüsse gethan und an der andern beobachtet; der Zeitunterschied zwischen den correspondirenden Schüssen an beiden Stationen war nicht grösser als 5 Minuten, und aus diesen sieben Schüssen wurde das Resultat abgeleitet.

Da Versuche der Art in diesem Lande niemals mit einer erträglichen Genauigkeit gemacht worden waren, so geruhten Se. Königl. Hoheit der Prinz Friedrich, zweiter Sohn seiner Majestät des Königs und Generalfeldzeugmeister, auf unsern Vorschlag die Wiederholung dieser Versuche zu genehmigen, und den Oberstlieut. Kuytenbrouwer, so wie die Officiere und Gemeinen des unter seinem Befehle stehenden Artilleriebataillons zu bevollmächtigen, uns jede mögliche Hülfsleistung zu gewähren und an unseren Versuchen thätigen Antheil zu nehmen.

Als paſslich um diese Versuche zu machen, wurden zwei Orte in der grossen Haide in der Provinz Utrecht ausgesucht. Der eine von diesen ist ein kleiner Hügel, Namens *Kooltjesberg* zwischen der Stadt *Naarden* und dem Dorfe *Blaricum*; der andere, etwas höhere, liegt rechts am Wege von *Utrecht* nach *Amersfoort*, sehr nahe bei der letzteren Stadt. Jeder dieser Orte ist

deutlich von dem andern her zu sehen; der Abstand zwischen beiden beträgt 17000 bis 18000 Meter. Unsere Zeit wurde mittelst zweier Chronometer gemessen, mit welchen uns der Marineminister huldreichst versehen hatte. Der eine war von Arnold verfertigt, der andere von unserem Landsmann Hrn. Knebel. Indess wurde die Zeit zwischen dem Erblicken des Lichtes und dem Wahrnehmen des Schalles, also die Geschwindigkeit des Schalles, mittelst kleiner Uhren mit konischen Pendeln gemessen. Sie waren in Wesel von Hrn. Pfaffius verfertigt und zu diesem Gebrauch ungemein zweckmäsig befunden. Es ist bekannt, dass Huygens die Eigenschaften des konischen oder centrifugalen Pendels aufgefunden hat, allein, wenn wir nicht irren, sind zu ähnlichen Zwecken diese Uhren zuerst von dem deutschen Physiker Benzenberg angewandt worden *). Diese Uhren mit konischem Pendel theilen die 24 Stunden des Tages in 10 000 000 Theile und einer der Indices giebt $\frac{1}{100}$ Theil einer Decimalsekunde an. Dieser Index oder Sekundenzeiger steht, während die Uhr im Gange ist, so lange still, bis man eine gewisse Feder mit dem Finger niederdrückt, und kommt bei Zurückziehung dessel-

*) Eine Nachricht von diesen Uhren befindet sich in Gilberts Annalen d. Phys. 1804 Bd. 16. S. 494 und daselbst neue Reihe Bd. 5 S. 333. (In neuerer Zeit hat Hr. Dr. Fraunhofer eine Uhr mit Centrifugal-Unruhe bei dem von ihm für die Dorpater Sternwarte verfertigten grofsen Refractor angewandt, um Gegenstände am Himmel unverrückt im Gesichtsfelde zu behalten, was sich durch eine Uhr mit gewöhnlicher Unruhe oder gewöhnlichem Pendel nur immer stofsweise bewerkstelligen liesse (Astron. Nachricht. No. 74. (P.))

ben augenblicklich wieder zur Ruhe. Der Index zeige nun auf 0° und die Feder werde von dem Beobachter genau in dem Augenblick niedergedrückt, in welchem derselbe das Licht von der andern Station erblickt. Der Index wird so lange fortfahren sich zu bewegen, bis, bei Wahrnehmung des Schalles, der Finger zurückgezogen wird, wodurch er augenblicklich gehemmt ist. Die Anzahl der ganzen Umläufe und Bruchtheile derselben, welche der Index zurückgelegt hat, giebt die Zeit, welche zwischen dem Lichte und dem Schalle verflossen ist. Eine solche Centrifugaluhr war an jeder Station. Ferner war jede derselben versehen mit einem guten Barometer, das sorgfältig mit einem Normalbarometer (Standard barometer) von Hrn. Dollond verglichen worden, mit mehreren von Hrn. Dollond und Newmann verfertigten Thermometern und überdiess mit mehreren vortrefflichen Dollond'schen Fernröhren, die auf dazu eingerichteten Stativen so aufgestellt waren, dass man ohne Mühe die andere Station in das Gesichtsfeld bringen konnte. Die Feuchtigkeit der Luft wurde, zum ersten Male bei Versuchen dieser Art, mit dem Daniell'schen Hygrometer bestimmt. Die Richtung des Windes wurde mittelst sehr guter Windfahnen gefunden, welche die Artillerieofficiere errichtet hatten. An jeder Station hatte man einen Zwölfpfünder und einen Sechspfünder aufgefahren und Zelte aufgeschlagen, in oder nahe bei welchen die Instrumente aufgestellt wurden. Professor Moll war mit den Lieutenants Renault und Dilg am Kooltjesberg stationirt, Dr. Van Beek mit den Lieutenants Sommerton, Van Den Bylaardt und Seelig an der anderen Station, welche

gemeiniglich *Zevenboompjes* oder *sieben Bäume* genannt wird, weil auf dieser isolirten Höhe sieben Bäume stehen. Mehrere Artillerie-Kadetten und Studenten von der Universität waren an beiden Orten mit Beobachtung der verschiedenen Instrumente beschäftigt.

Die Barometer und Thermometer wurden natürlich in freier Luft beobachtet; eben daselbst waren die Daniell'sche Hygrometer aufgestellt, und vermöge des Lichtes einer Kerze, das von der Kugelfläche reflectirt wurde, beobachtete man mit grosser Genauigkeit die Ablagerung des Beschlages.

Es wurde für sehr wichtig gehalten, an beiden Stationen die Schüsse so nahe wie möglich zu gleicher Zeit zu thun. Um diess zu erreichen, war folgende Anordnung getroffen: Zu *Zevenboompjes* wurde am Nachmittage um $7^h\ 55'$ nach dem dortigen Chronometer, eine Rakete aufgeworfen, und so wie man dieselbe am *Kooltjesberg* erblickte, von dieser Station her mit einer zweiten Rakete darauf geantwortet. Diess war das Signal, dass an beiden Stationen Alles für die Beobachtung in Bereitschaft stehe. Um $8^h\ 0'\ 0''$ nach dem Chronometer auf *Zevenboompjes* wurde an dieser Station eine Kanone abgefeuert und von den Beobachtern auf dem *Kooltjesberg* so genau wie möglich die Zeit ihres Chronometers aufgezeichnet, bei welcher sie das Licht erblickten. Ein zweiter Schuss wurde zu Zevenboompjes gethan um $8^h\ 5'$ nach dem dortigen Chronometer und die Zeit, bei welcher man auf dem Kooltjesberg das Licht gesehen hatte, am Chronometer daselbst sorgfältig aufgezeichnet. Auf diese Weise wurde die Differenz zwischen den Chronometern der beiden ungefähr 9 engl. Meilen auseinander liegenden

Stationen mit grofser Genauigkeit bestimmt, und um zu sehen, ob diese Vorbereitung mit nöthiger Sorgfalt ausgeführt war, wurde an beiden Stationen ein Schufs gethan, in dem Augenblick als der Chronometer auf *Zevenboompjes* 8h 10′ 00″ zeigte. Wurde das Licht der beiden Schüsse genau zu derselben Zeit gesehen, so gab dieses den Beweis, dafs die Differenz zwischen beiden Chronometern bekannt war und die Versuche mit Sorgfalt gemacht worden.

Wir gestehen, es im Voraus nicht für möglich gehalten zu haben, dafs die Kanonen bei einem Abstande von 9 engl. Meilen fortwährend genau zu gleicher Zeit abgefeuert werden könnten; allein die grofse Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit unserer Artilleristen besiegte diese Schwierigkeit. Zwischen unseren Schüssen an beiden Stationen war der Unterschied niemals gröfser als 1″ oder 2″, während derselbe bei den Versuchen der französischen Physiker im Jahre 1822 bis zu 5 Minuten ging. Die genaue Uebereinstimmung in dem Abfeuern der Kanonen wurde auf folgende Weise erreicht: An jeder Station hatte ein Officier den Chronometer vor sich liegen auf einem kleinen Tisch sehr nahe bei der Kanone, und ein nicht beschäftigter Officier oder Kadet stand mit der Lunte am Zündloche bereit. In dem verlangten Augenblicke fafste der am Chronometer befindliche Officier den Arm der Person, die das Geschütz abzufeuern hatte, und dieses ging in demselben (very) Augenblick los. Bei einer geringen Uebung waren sie sicher die Kanone zu jeder gegebenen Sekunde abzufeuern.

In den ersten Nächten unserer Versuche, am 23t., 24t. und 25t. Juni 1823 erlitten wir dieselbe Unan-

nehmlichkeit, über welche ſich die franzöſiſchen Phyſiker in den erſten Nächten bei ihren Verſuchen zu beklagen hatten. Die Schüſſe von *Zevenboompjes* wurden gar nicht an der Station auf dem Kooltjesberg gehört. Aber auf Zevenboompjes wurden alle Schüſſe von Kooltjesberg gehört. Nach der erſten Nacht gebrauchten wir beſtändig die metallenen Zwölfpfünder, geladen mit 6 Pfund Schieſspulver. Am 26t. Juni wurden alle Schüſſe auf dem Kooltjesberg gehört, aber nicht ein einziger auf der andern Station. Als indeſs der Wind in der folgenden Nacht umſprang, wurde eine gute Anzahl von korreſpondirenden oder gleichzeitigen Schüſſen an beiden Stationen deutlich gehört. Das Detail über die in dieſen Tagen gemachten Verſuche findet man in den Tafeln, welche dieſem Aufſatze beigefügt ſind. Die Vereitlung unſerer Verſuche in den erſten Tagen war indeſs für uns nicht ganz fruchtlos; wir wurden durch ſie überzeugt, daſs nur genau correſpondirende Schüſſe zur Beſtimmung der Geſchwindigkeit des Schalles gebraucht werden können. Am 25t. und 26t. Juni, als die Schüſſe nur an einer Station gehört wurden, gaben die Reſultate der Beobachtungen, auf 0° C. und auf trockne Luft reducirt, Differenzen von $\frac{1}{33}$, während die Beobachtungen vom 27t. und 28t. Juni*), als die Schüſſe an beiden Stationen deutlich gehört wurden, nur um $\frac{1}{302}$ von einander abwichen.

Nachdem die Zeit, welche der Schall gebraucht, um ſich von der einen Station nach der andern fortzupflanzen, gehörig beſtimmt worden war, ſchritten wir

*) Im Originale ſteht in dieſem Satze beſtändig: *Januar* was aber, wie aus dem Folgenden erhellt, ein Druckfehler ſeyn muſs. (*P.*)

zur Ausmessung der Entfernung beider Stationen von einander. Die Entfernungen zwischen den Thürmen von Utrecht und Amersfoort, von Utrecht und Naarden, und von Naarden und Amersfoort sind genau bekannt; wir massen also an unseren Stationen die Winkel zwischen diesen Thürmen, und auf jedem Thurme die Winkel zwischen den übrigen Thürmen und diesen Stationen. Auf diese Art wurde die Entfernung durch vier verschiedene Dreiecke berechnet, und da der gröfste Unterschied zwischen diesen Berechnungen nur 2,m45 oder 8 (engl.) Fufs betrug, so war er von keinem Einflusse auf unsere Versuche. Die Abstände zwischen den verschiedenen Thürmen, welche wir hiebei zum Grunde legten, wurden aus der sehr genauen Vermessung des Generals *Krayenhoff* genommen *).

Aus diesen verschiedenen Datis fanden wir mittelst Rechnung, dafs in unseren Versuchen, bei der Temperatur von 32° F. oder 0° C., die Geschwindigkeit des Schalles 332,m049 oder 1089,7445 engl. Fufs auf die Sekunde betrug. Eine Tafel zum Vergleiche unserer Versuche mit denen anderer Physiker ist diesem Aufsatze am Schlusse angehängt.

(Im Originale folgen nun die Abschnitte 3, 4, 5 dieser Abhandlung. Sie enthalten die näheren Angaben über die zwischen den erwähnten Standorten (mit einem 10zölligen Repetitionskreise von Lenoir) gemessenen Winkel, ferner die Berechnung zur Ausmittlung des Abstandes zwischen Zevenboompjes und

*) Précis des Opérations Géodésiques et Trigonométriques en Hollande, par le Général Krayenhoff.

Kooltjesberg und endlich einen Vergleich zwischen dem Gange der Centrifugaluhren und der Chronometer. Die beiden ersten Abschnitte gehen zu sehr ins Einzelne, als daſs sie hier Raum finden könnten; der letztere hat indeſs wohl für Physiker Intereſſe, die die Tauglichkeit der Centrifugaluhren nicht durch eigene Beobachtung prüfen konnten. Es mögen daher die beiden Tafeln über den Gang jener Uhren hier eine Stelle finden. Die erste giebt die Anzahl von *Decimalsecunden*, welche die Centrifugaluhr auf Zevenboompjes je innerhalb *5 Sexagesimalminuten* des dortigen Chronometers zurücklegte; die zweite hingegen die Anzahl von Decimalſecunden der Centrifugaluhr auf Kooltjesberg, gegen eine Sexagesimalminute des Chronometers daſelbſt.

I.

348,31	347,05	347,84	348,28	348,22
8,10	7,98	8,26	8,36	8,39
7,85	8,13	8,24	8,55	8,39
8,37	8,31	8,28	8,40	8,34
8,31	8,04	8,16	7,63	8,37
8,70	8,20	8,10	7,32	8,25
7,52	8,24	8,65	8,17	8,30
8,03	8,04	8,37	8,21	8,13
7,78	7,93	8,47	8,25	8,56
7,84	8,21	8,31	8,19	8,21
8,06	7,94	8,18	7,70	8,18
7,94	8,15	8,29	8,25	8,04
8,09	8,23	8,42	8,18	8,31
8,04	7,85	8,23	8,25	8,40
8,08	8,19	8,26	8,14	8,34
7,87	8,32	8,56	8,42	8,10
8,15	8,28	8,34	8,13	8,18
8,10	8,18	8,22	8,12	8,23

II.

69,33	69,78	69,80	69,56	69,23
9,44	9,38	9,38	9,22	9,47
9,35	9,44	9,39	9,44	9,70
9,64	9,22	9,68	9,45	9,38
9,38				

In einer Sexagesimalminute der Chronometer, mit welchen respective die Vergleiche angestellt wurden, (und deren Gang gegen mittlere Sonnenzeit ohne Zweifel bekannt war (*P.*) machte also, im Mittel, die erste Centrifugaluhr 69,63 und die zweite 69,433 Decimalsekunden. Die Vergleiche in der ersten Tafel wurden zu verschiedenen Tageszeiten, auch unmittelbar vor und nach den Versuchen gemacht.)

Versuche über die Geschwindigkeit des Schalles, am 27t. Juni 1823, verglichen mit der Theorie.

Nachdem ich so weit gezeigt habe, auf welche Weise die Entfernung zwischen den Stationen Kooltjesberg und Zevenboompjes, so wie der Gang der Uhren, mittelst welcher man die Geschwindigkeit des Schalles mass, bestimmt worden war, will ich gegenwärtig die Versuche anführen, welche am 27t. Juni gemacht wurden, und deren Resultate mit der Theorie vergleichen. Die folgende Tafel enthält die Zeit, welche der Schall am 27t. Juni, als 22 Schüsse gleichzeitig gethan und an beiden Stationen gesehen und gehört wurden, gebrauchte, um die Basis zu durchlaufen. Die erste Kolumne dieser Tafel zeigt die Ordnungszahl der Schüsse, die zweite die Zeit, welche der Schall gebrauchte, um von Kooltjesberg nach Zevenboompjes zu gelangen, nach Beobachtung an der letzteren Station, und die dritte Kolumne die Zeit, in

welcher der Schall von Zevenboompjes nach Kooltjesberg gelangte, ebenfalls nach der Beobachtung an der letzteren Station:

I	II der Schall ging von Kooltjesbg nach Zevenboompjes in:	III der Schall ging von Zevenboompjes nach Kooltjesberg in:	I	II der Schall ging von Kooltjesbg nach Zevenboompjes in:	III der Schall ging von Zevenboompjes nach Kooltjesberg in:
1	52″,90	51″,17	14	52″,99	51″,07
3	52,69	50,89	16	52,90	51,08
4	52,71	50,68	17	52,64	51,28
5	52,92	50,80	18	52,90	51,21
6	52,84	50,86	19	52,87	51,18
7	53,04	50,89	20	52,92	51,33
8	52,89	51,01	22	52,91	51,38
9	52,79	51,00	23	52,64	51,35
11	52,83	50,99	24	52,57	51,32
12	52,77	50,96	25	52,90	51,14
13	52,79	51,10	26	52,96	51,01

Summe von Kolumne II 1162,37
- - - - III 1123,70
2286,07

$$\text{Mittel} = \frac{2286{,}07}{44} = 51'',96$$

Indem wir das Mittel aus allen diesen Beobachtungen nehmen, haben wir für die Geschwindigkeit, mit welcher der Schall von der beschleunigenden oder verzögernden Wirkung des Windes befreit, am 27. Juni, unsere Basis durchlief, 51″,96. Da nun die Länge der Basis 17669,28 Meter oder 9664,7044 fathoms betrug, so haben wir die Geschwindigkeit des Schalles, so wie sie durch die obigen Versuche gefunden wurde, gleich 340,06 Meter oder 1116,032 engl. Fuss auf die Sekunde.

Nun war, während diese 22 Schüsse gethan wurden, die mittlere Temperatur der Luft

zu Zevenboompjes = 11°,21 C.
- Kooltjesberg = 11°,21 C.
Mittlere Temperatur an beiden Stationen = 11°,16 C. = t.

Die mittlere Barometerhöhe, von der Wirkung der Capillarität befreit und auf 0° C. reducirt, war:

zu Zevenboompjes	0,m7439
- Kooltjesberg	0,7456
Mittlere Barometerhöhe	0,74475 = *p*.

Die mittlere Spannung der Wasserdämpfe in der Atmosphäre, nach dem Daniell'schen Hygrometer, war:

zu Zevenboompjes = 0,00901235 Meter
- Kooltjesberg = 0,00949378 -
Mittlere Spannung der Wasserdämpfe = 0,00925307 = *f*.

Die Wirkung der Schwerkraft, berechnet für die mittlere Breite zwischen *Amersfoort* und *Naarden*, nach der Formel:

$$g = (g)\,(1 - 0{,}002837 \,.\, \cos 2\,.\,l)$$
$$= \frac{9808{,}8}{1{,}000378864}\left\{1 - 0{,}002837 \,.\, \cos 2\,(52^\circ\, 13'\, 33'',35)\right\}$$

ist:

$g = 9812{,}03$ = Wirkung der Schwerkraft unter der Breite von 52° 13′ 33″,35.

Das Verhältniss der specifischen Wärme der Luft bei constantem Volumen zu der specifischen Wärme der Luft unter constantem Druck oder $\frac{c'}{c}$ ist, nach den Versuchen von Gay-Lussac und Welter, gleich 1,3748 = $\frac{c'}{c}$.

In der Newton'schen Formel: $\sqrt{\frac{gp}{D}}$, durch welche die Geschwindigkeit des Schalles ausgedrückt wird, ist D die Dichte der Luft, die des Quecksilbers als Einheit genommen.

Durch die Versuche von Biot und Arago ist die Dichte der völlig trocknen Luft bei einem Barometerstand von $0,^m76$ (und $0°$ C. (P)) gefunden, gleich Eins, dividirt durch 10466,82. Wenn sich aber der barometrische Druck verändert und zu p wird, so wie die Temperatur zu t, so haben wir nach dem Mariotte'schen Gesetz

$$D = \frac{p}{10466,82 \times 0,76\ (1 + 0,00375 \cdot t)}$$

Und setzt man in diese Formel die Correction für den in der Luft anwesenden Wasserdampf und nennt dessen Spannung F, so finden wir

$$D = \frac{p - \frac{3}{8}F}{10466,82 \times 0,^m76\ (1 + 0,00375 \cdot t)}$$

Wird dieser Werth von D in der Newton-schen Formel substituirt, so haben wir für die Geschwindigkeit des Schalles, zufolge der Theorie:

$$V = \sqrt{\frac{gp}{D}} = \sqrt{\frac{gp \cdot 10466,82 \times 0,^m76\ (1 + 0,00375 \cdot t)}{p - \frac{3}{8}F}}$$

$$= \sqrt{\left\{10466,82 \times 0,^m76\ (1 + 0,00375 \cdot t)\right\} \frac{gp}{p - \frac{3}{8}F}}$$

Nach Laplace muss diese Formel multiplicirt werden durch die Quadratwurzel aus dem Verhältniss der specifischen Wärme der Luft bei constantem Volumen zu der specifischen Wärme der Luft unter constantem Druck. So ist endlich die von der Theorie

für die Geschwindigkeit des Schalles gegebene Formel:

$$V = \sqrt{\left\{10466{,}82 \times 0{,}^{m}76\,(1 + 0{,}00375 \cdot t)\right\}\frac{g \cdot p}{p - \frac{3}{8}F}} \cdot \sqrt{\frac{c'}{c}}$$

Substituirt man in dieser Formel die oben angeführten Grösen, so giebt die Theorie die Geschwindigkeit des Schalles für den Zustand der Atmosphäre am 27t. Juni 1823, als die Versuche gemacht wurden, V = 335,14 Meter oder 1099,885 engl. Fuss. Die durch Versuche erhaltene Geschwindigkeit war jedoch = 340,06 = 1116,032 engl. Fuss; der Unterschied zwischen Theorie und Erfahrung, am 27t. Juni, also = 4,92 Meter = 16,147 engl. Fuss.

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

VII.

Notiz über das Trona oder das natürliche kohlensaure Natron von Fezzan,

von

Wilhelm Haidinger *)

Um die Gründe desto deutlicher darzustellen, welche mich glauben lassen, daſs die gegenwärtige Notiz nicht ohne Interesse für die Mineralogen seyn wird, will ich zuvor das Trona selbst und die beiden Species des Natronsalzes, das hemiprismatische und prismatische beschreiben, die beiden letzteren wie sie im *Grundrisse der Mineralogie* vom Prof. Mohs **) enthalten sind, und alsdann diejenigen Betrachtungen anstellen, welche sich, beim Vergleiche dieser Species mit einander, von selbst darbieten werden.

1. Trona.

Hemiprismatisch. Beobachtete Krystalle wie Fig. 1 (Taf. 12).

Neigung von n gegen n = 132° 30′
M - T = 103° 15′
n - T = 103° 45′

Diese Winkel wurden mit dem Reflexionsgoniometer gemessen, doch wird besonders der letztere der-

*) Edinb. Journ. of Science.

**) Bd II. S. 35 und 38.

selben vielleicht eine Correction erleiden müssen, wenn in Zukunft bessere Krystalle zu erhalten seyn werden. Der Winkel, unter welchem, in der Projection senkrecht auf *M* und *T*, die Kante zwischen *n* und *n* gegen die Fläche *T* geneigt ist, wurde mit einem gewöhnlichen Goniometer ungefähr = 62° gefunden. Die stumpfe Kante zwischen *M* und *T* ist auch durch eine rauhe Fläche hinweggenommen, deren Neigung ich jedoch nicht bestimmen konnte.

Theilbarkeit: höchst vollkommen und leicht zu erhalten, parallel mit *M*; schwache Spuren auch parallel mit *n* und *T*. *Bruch*: uneben. *Oberfläche*: von *n* und *m* glatt, von *T* gewöhnlich gestreift in horizontaler Richtung oder parallel ihren Combinationskanten mit *M*. *Glanz*: glasartig. *Farbe*: weiss, zuweilen ins gelbliche Grau geneigt, wenn es unrein ist. *Strich*: weiss. Durchsichtig, in kleinen Krystallen; die grösseren Massen durchscheinend. Der Index der ordentlichen Refraction, gemessen durch die Flächen *M* und *T* ist ungefähr 1,45; der der ausserordentlichen, gemessen in derselben Ebene, ungefähr 1,52; die beiden Bilder sind deutlich getrennt.

Etwas spröde. *Härte* = 2,5 .. 2,75 sehr nahe der des Alauns, obgleich ein wenig grösser als diese. *Spec. Gew.* = 2,112. *Geschmack*: stechend, alkalisch.

Zusammengesetzte Varietäten. — Krystallinische Häutchen, aus vielen Krystallen bestehend, die auf der Unterlage, an der Stelle der Kanten zwischen *n* und *n* aufgewachsen und zwischen *M* und *T* verlängert sind, gewöhnlich dünn und fast parallel, so dass sie sehr deutlich einen strahligen Bruch hervorbringen.

2. Hemiprismatisches Natronsalz.

Hemiprismatisch. $P = \left\{ \begin{matrix} 79^\circ\ 41' \\ 77^\circ\ 14' \end{matrix} \right\}$, 154° 31′, 115° 22′. Abweichung der Axe = 3° 0′ in der Ebene der längeren Diagonale. Fig. 2. Reflex. Gon.

$$a : b : c : d = 19{,}10 : 34{,}74 : 13{,}67 : 1$$

Einfache Gestalten. $\frac{P}{2}$ $(P) = 79°\ 41'$; $\frac{\breve{P}r}{2}$ $(t) = 58°52'$; $(\breve{P}r + \infty)^3$ $(M) = 76°\ 28'$; $\breve{P}r + \infty$ (r); $\bar{P}r + \infty$ (l).

Combinationen. 1, $\frac{P}{2}$. $(\breve{P}r + \infty)^3$. $\breve{P}r + \infty$.

2, $\frac{\breve{P}r}{2}$. $\frac{P}{2}$. $(\breve{P}r + \infty)^3$. $\breve{P}r + \infty$. $\bar{P}r + \infty$. Fig. 3.

Theilbarkeit, deutlich parallel mit *t*, unvollkommen parallel mit *l*, Spuren nach *M*. *Bruch*: muschlig. *Oberfläche*: glatt und eben. *Glanz*: glasartig. *Farbe*: weiss, wenn es rein ist. *Strich*: weiss. Halbdurchsichtig. (Selbst sehr kleine Krystalle besitzen einen geringeren Grad von Durchsichtigkeit, als Glaubersalz-Krystalle von der nämlichen Grösse) *Milde*. *Härte* = 1,0.. 1,5. *Spec. Gew.* = 1,423. *Geschmack*: stechend, alkalisch.

Zusammengesetzte Varietäten. — Nehmen verschiedene Gestalten an: Zusammensetzung stängelig. *Derb*: körnige Zusammensetzung. Die grossen Individuen, wie auch die Krystalle selbst, werden gewöhnlich auf künstlichem Wege erhalten. In der Natur wird es meistens in einem zersetzten Zustande gefunden, und erscheint durch den Verlust seines Wassers in Pulverform.

3. Prismatisches Natronsalz.

Prismatisch. $P = 141°\ 48'$, $52°\ 9'$, $145°\ 52'$.
$a : b : c = 1 : \sqrt{0{,}806} : \sqrt{0{,}107}$.

Einfache Gestalten. $P - \infty$; $P. (P)$; $(\breve{P}r + \infty)^3$ $(d) = 107^\circ 50'$ $\breve{P}r - 1 = 121^\circ 46'$; $\breve{P}r$ $(o) = 83^\circ 50'$; $\breve{P}r + \infty$ (p).

Combinationen. 1, $\breve{P}r$. $(\breve{P}r + \infty)^3$. $\breve{P}r + \infty$ 2, $\breve{P}r$. P. $(\breve{P}r + \infty)^3$. $\breve{P}r + \infty$. Fig. 4.

Theilbarkeit: sehr unvollkommen; Spuren parallel mit *p*; sehr unterbrochen vom Bruch, der klein muschlig ist. Oberfläche gewöhnlich glatt, $P - \infty$ gestreift parallel ihren Combinationskanten mit $\breve{P}r$.

Glanz: glasartig, lebhafter auf *p*; die horizontalen Prismen sind zuweilen matt. *Farbe:* weiss, zuweilen gelblich. *Strich:* weiss. Durchsichtig ... halbdurchsichtig. *Milde. Härte* = 1,5. *Spec. Gew.* = 1,562 *Geschmack:* stechend, alkalisch.

Bemerkungen.

Da es in der Mineralogie von jeher Sitte gewesen ist, beim Natron von *Plinius* zu reden, so mag auch hier bemerkt werden, dass das *Nitrum* der Alten, welches in Aegypten in der Nachbarschaft von Naucratis und Memphis gefunden wurde, und gewöhnlich für unser Natrum gehalten wird, wahrscheinlich *Trona* ist, weil es *lapidescit ibi in acervis: multique sunt tumuli ea de causa saxei**) und weil wir auch in neueren mineralogischen Werken finden, dass das Natron aus den Seen in Aegypten hart und fest genug ist, um Mauern daraus erbauen zu können, wie es an einer gegenwärtig verlassenen Festung, Namens Quasrr oder Casser, nahe bei den Natronseen, geschehen ist **).

*) Plin. hist. nat. libr. XXXI. cap. X. vol. III. p. 205. Elzev. 1635.

**) Klaproth's Beiträge III. 83.

Weil indeſs dieſe Feſtigkeit einer Beimiſchung von Kochſalz zugeſchrieben worden iſt, und auch beim Plinius einer ſolchen zugeſchrieben werden kann, ſo laſſen ſich dieſe Namen nicht als unbezweifelte Synonyme der Species gebrauchen. Doch ſtimmen die Erzählungen dieſes Schriftſtellers: daſs von den Hammanientes *), den Amantes des Solinus **), einer mit den Troglodyten Handel treibenden Nation, Häuſer von Salz erbaut worden ſeyn, merkwürdig genug, mit dem Vorhandenſeyn einer aus Natron erbauten Feſtung überein. Uebrigens begreift Plinius unter dem Namen: *Nitrum*, viele Suſtanzen, die weſentlich verſchieden ſind. Dr. Kidd ***) hat ſchon bemerkt, daſs Einiges von dem ägyptiſchen Nitrum, welches *calce asperum reddit odorem vehementem*, Salmiak ſeyn müſſe und daſs auch oft unſer Salpeter unter dieſem Namen zu verſtehen ſey. Es ſcheint, daſs die Alten alle efflorescirt gefundene Salze wie z. B. Glauberſalz, Bitterſalz u. ſ. w. Nitrum genannt haben; ja die Stelle im Plinius: *nam quercu cremata nunquam multam factitatum est, et jampridem in totum omissum*, ſcheint ſogar das Kali mit einzuſchlieſsen, obgleich dieſes auch unter den Methoden zur Gewinnung des Küchen-Salzes aufgezählt iſt: *quercus optima, ut quae per se cinere sincero vim salis reddat.*

Unter den neueren Schriftſtellern hat Dr. Donald Monro ****) die erſten und zugleich ſehr ausführ-

*) Cap. XXX.

**) Libr. V. cap. V. vol. I. p. 251.

***) Outlines of Mineralogy vol. II. p. 6.

****) Phil. Trans. 1773. p. 567.

lichen Nachrichten gegeben; er zeigte zuerst, daſs *reines natürlich kryſtalliſirtes Natron* in einigen Theilen des Innern von Tripolis in der Berberey vorkommt. Es wird dort geſagt, daſs das Salz daſelbſt in dünnen Adern, ungefähr einen halben Zoll dick oder etwas darüber, in einer Schicht von Seeſalz vorkommt; denn alles, was bisher nach England gebracht worden, iſt auf beiden Seiten mit Seeſalz überzogen. Die eine Seite iſt beſtändig glätter, als die andere und ſcheint die Baſis geweſen zu ſeyn, mit welcher es aufgelegen hatte; die andere, wie es ſcheint, obere Fläche, iſt durch angeſchloſſene Kryſtalle rauher. Die Stücke von den dünnen Adern erſcheinen faſt ſo, als wenn das Salz in Waſſer aufgelöst und hernach zu dünnen kryſtalliniſchen Kuchen eingekocht worden ſey, nur daſs die Kryſtalle viel kleiner, und auf eine Weiſe kryſtalliſirt ſind, die nicht leicht durch Kunſt nachgeahmt werden kann. Denn wenn dieſes Salz in Waſſer aufgelöſt und bis zum Salzhäutchen verdunſtet wird, ſo ſchieſst es immer in Kryſtallen an, die denen des Glauberſalzes ähnlich ſehen.

Eine andere Nachricht wurde von Hrn. Bagge, ſchwediſchem Konſul in Tripolis bekannt gemacht*), und von dieſer ſind gemeiniglich die Beſchreibungen in den mineralogiſchen Werken entnommen. Nach Hrn. Bagge iſt „das Vaterland dieſes Natrons, dort Trona genannt, die Provinz Sukena, zwei Tagereiſen von Fezzan. Es wird daſelbſt am Fuſse eines Felſens gefunden, an der Oberfläche der Erde, nicht über einen Zoll tief, und meiſtens ſo dick wie ein Meſſerrük-

*) Vetensk. Acad. Handling. 1773. p. 140.

ken. Es kommt allemal kryſtalliſirt vor; auf dem Bruche zeigt es zuſammengehäufte, längliche, parallel liegende und zuweilen geſtreifte Kryſtalle, ſo daſs es rohem oder ungebranntem Gypſe ähnlich ſieht *)". Er ſagt überdieſs, daſs es 28 Tagereiſen weit von der Meeresküſte gefunden wird, wo es Salzgruben giebt, und daſs es nicht mit gewöhnlichem Salze verunreinigt iſt. Groſse Mengen deſſelben werden nach dem Lande der Neger und nach Aegypten ausgeführt, und auſserdem ungefähr 50 Tonnen jährlich nach Tripolis.

Die von Klaproth ſelbſt gegebene Beſchreibung beſchränkt ſich auf die Angabe, daſs das, was er unterſucht habe, geweſen ſey: „eine kryſtalliniſche Rinde von der Dicke eines drittel- bis halben Zolles, aus aufrecht ſtehenden parallelen Tafeln von blättrigſtrahligem Gefüge zuſammengehäuft."

Die ſyſtematiſchen Werke über Mineralogie enthalten wenig mehr über dieſen Gegenſtand. Einige haben das Trona als eine beſondere Abart unterſchieden, doch die Mehrzahl von ihnen bringt es mit dem hemiprismatiſchen Natronſalz in eine Species, geſtützt darauf, daſs beide im Weſentlichen kohlenſaures Natron ſind.

Aus den geographiſchen Werken erfahren wir, daſs es in Fezzan einen beſonderen Diſtrict, Namens *Mendrah* giebt, der einen harten und unfruchtbaren Boden hat, aber für den Handel von Wichtigkeit iſt, weil daſelbſt eine Menge von Trona, einer Art foſſilen Alkalis, theils auf der Oberfläche vieler rauchenden Seen ſchwimmt, theils ſich an deren Ufern abſetzt.

*) Klaproth's Beiträge III. 84.

Ferner, daſs groſse Mengen deſſelben durch die Kaufleute von Fezzan zur Verſchiffung nach Tripolis gebracht werden; daſs es in Marocco zum Rothfärben des Leders und in andern Fabriken gebraucht werde und daſs es einen Theil der Monopole der Regierung ausmache *).

Der Unterſchied in der chemiſchen Zuſammenſetzung beider Subſtanzen, obgleich an und für ſich ſchon deutlich zu der Zeit, als er entdeckt wurde, hat erſt in neuerer Zeit durch die Lehre von den feſten Proportionen eine Regel bekommen und wird doppelt intereſſant, wenn man in dieſer Hinſicht einen Vergleich anſtellt. Die Analyſe des hemiprismatiſchen Natronſalzes von Klaproth giebt:

Natron	22,00
Kohlenſäure	16,00
Waſſer	62,00

Die von Berzelius aufgeſtellte Formel: $Na\ C^{a} + 20 Aq$, wenn man auch ſeine Zahlen gebraucht, giebt das Verhältniſs:

Natron	21,77
Kohlenſäure	15,33
Waſſer	62,90

Die Analyſe des Trona von Klaproth, und die eines natürlichen kohlenſauren Natrons, vom See Merida in Columbien von *Mariano de Rivero* geben folgende Reſultate:

	Fezzan	Columbien
Natron	37,00	41,22
Kohlenſäure	38,00	39,00
Waſſer	22,50	18,80

*) Playfair's Geography vol. VI. p. 167. Hornemann's Travels in Africa.

Werden in der Analyse von Klaproth die 2,5 pCt. an schwefelsaurem Natron als unwesentlich betrachtet, so stimmt dieselbe sehr nahe überein mit der Formel: $\dot{N}a\ \ddot{C}^3 + 4\ Aq$ oder

Natron	37,99
Kohlensäure	40,15
Wasser	21,86

besonders wenn man annimmt, dass ein kleiner Antheil des Wassers mit dem schwefelsauren Natron verbunden war; während bei Hrn. Rivero das Verhältniss von Natron ein wenig größer ist, als es diese Formel verlangt.

Klaproth beobachtete, dass es nicht wie die gewöhnlichen Krystalle in seinem Wasser zergehe, sondern, dass es einer gelinden Rothglühhitze ausgesetzt werden könne, ohne seine Form zu verlieren. Wenn es in einem Glasrohr über eine Weingeistflamme gebracht wird, so verliert es das Wasser mit Decrepitation. Es ist in Wasser schwieriger löslich, als das hemiprismatische und prismatische Natronsalz; auch ist sein Geschmack weniger stark alkalisch. Es verliert nicht, wie diese, sein Krystallwasser an der Luft, und kann lange Zeit hindurch ohne Veränderung in einer Atmosphäre aufbewahrt werden, die durch Berührung mit Kalk völlig trocken gemacht worden ist.

Der chemische Unterschied zwischen dem hemiprismatischen und dem prismatischen Natronsalz liegt wahrscheinlich in der Menge des Wassers, ist aber bis jetzt noch nicht ausgemittelt. Sie wurden zuerst in dem *Grundriss der Mineralogie* des Hrn. Prof. Mohs als besondere Species von einander unterschieden. Die hemiprismatische Gestalt der einen Species ist auch von den Hrn. Bernhardi, Brooke und Levy erkannt worden. Beide können leicht von einer Lösung des kohlensauren Natrons erhalten werden. Ist diese Lösung völlig gesättigt und der weiteren Verdunstung, bei einer Temperatur von 80° bis 100° F. ausgesetzt, so bilden sich schöne Krystalle von der prismatischen Species, während eine weniger gesättigte Lösung, bei einer niederen Temperatur oder rascher erkaltet, hemiprismatische Krystalle erzeugt. Durch Umkrystallisirung unter verschiedenen Umständen, können die

Kryſtalle der einen Species leicht in die der anderen verwandelt werden.

Eine Auflöſung des ſauren kohlenſauren Natrons der Edinburger Pharmacopöe, einer gelinden Verdampfung ausgeſetzt, liefert kleine Kryſtalle, die einen hemiprismatiſchen Charakter beſitzen. Doch effloresciren ſie leicht, und obgleich ſie von denen aller vorhergehenden Species verſchieden zu ſeyn ſcheinen, ſo gelang es mir nicht, ſie groſs genug für die Unterſuchung zu erhalten.

Es iſt nicht ganz ungewöhnlich, daſs Species, welche als ſolche beſchrieben, oder wenigſtens in den mineralogiſchen Werken als ſolche erwähnt worden ſind, in der Folge von denen vernachläſsigt wurden, die bei Abfaſſung von Handbüchern über die Mineralogie hätten Sorge tragen ſollen, daſs die Kenntniſs, welche ſchon in unſerem Beſitz geweſen, nicht wieder verloren gehe. Doch mögen ſie ſehr oft entſchuldigt werden, wenn die Beſchreibung ſo unbeſtimmt gegeben war, daſs ſich aus dieſer keine merkliche Verſchiedenheit von einer andern Species ableiten lieſs, oder wenn die Beſchreibung gänzlich fehlte.

Das Trona iſt ein Beiſpiel hiervon. Ich verdanke Hrn. Dr. Hope die Stücke, welche mich in den Stand ſetzten, einige ſeiner Eigenſchaften zu beſtimmen, und die Lücken in den früheren Beſchreibungen in ſo weit auszufüllen, daſs es künftig als eine beſondere Species betrachtet werden kann. Der Unterſchied zwiſchen dem gewöhnlichen kohlenſauren Natron (dem hemiprismatiſchen Natronſalz von Mohs) und dem Trona von Fezzan iſt ſchon von Klaproth ausgeſprochen worden; jedoch ſcheint es, daſs ſelbſt die chemiſchen Mineralogen ſeine richtige Beſtimmung nicht derjenigen Aufmerkſamkeit würdigten, welche ſie verdient, weil es bis dahin keine genaue Angabe derjenigen Eigenſchaften gab, welche es in ſeinem natürlichen Zuſtande beſitzt und auf welche allein die Beſtimmung der Species gegründet werden kann.

VIII.

Der Ostranit, eine neue Species des Mineralreichs;

von

August Breithaupt.

1. Mineralogische Beschreibung des Ostranit's.

Der *Ostranit* (Taf. X. Fig. 8 in Aufriss, Fig. 9 in Grundriss) zeigt *Glasglanz;* auf den *d* Flächen starkglänzend, übrigens nur glänzend.

Die Hauptfarbe ist die *nelkenbraune*, innen lichter als äusserlich, wo auch auf einem Krystalle rauchgraue Flecken vorkommen. Die Pyramidenflächen sind die leichtesten unter allen.

Das Pulver des Strichs ist *lichte nelkenbraun ins Blassgraue geneigt.*

Zur Zeit ist das Mineral nur *krystallisirt* gefunden worden, und zwar in der Varietät von der Figur 8 Taf. X, welche sich in der Werner'schen Methode auf folgende Weise beschreiben lässt:

Ein niedriges, wenig geschoben vierseitiges Prisma, die scharfen Seitenkanten schwach abgestumpft, an den Enden mit vier Flächen (nur je zwei gegenüberliegende gleichen Werths) *die auf die Seitenkanten aufgesetzt sind, fast rechtwinklig zugespitzt, und die Spitze der Zuspitzung stark, die Kanten derselben schwach und die Kanten zwischen den auf die scharfen Seitenkanten aufgesetzten Zuspitzungsflä-*

chen und den Seitenflächen ſchwach abgeſtumpft [1]. *Eine Abſtumpfung der Kanten zwiſchen der Baſis und den auf die ſtumpfen Seitenkanten aufgeſetzten Flächen wird nur das geübtere Auge erkennen.*

Aus dieſer Combination habe ich *eine brachy-axe Rhomben-Pyramide* als *Primärform* beſtimmt, mit Neigung der Flächen (p) an den längeren Polkanten = 128° 14′, an den kürzeren Polkanten = 133° 42′ und an der Baſis = 71° 56′. Baſis und Prisma erſter Ordnung = 96° und 84°.

Auſser den Flächen von *ſieben* deutlichen *einfachen Geſtalten* kommt auch noch die Andeutung zu einer *achten* vor. Wenn a die vertikale Hauptaxe, b die lange und c die kurze Queraxe der Primärform bedeuten; ſo laſſen ſich die Flächen in der Weiſsſchen Methode [2] folgendermaſsen bezeichnen:

1) Am Schwerſpath kommt eine ähnliche, aber doch noch weſentlich abweichende Varietät vor. Der Winkel des Schwerſpath-Prisma iſt auch viel ſtärker geſchoben. — Uebrigens iſt die Ausdehnung der Flächen bei verſchiedenen Individuen ſelbſt wieder verſchieden. Ein Kryſtall zeigt das Prisma e. O. ſo lang, daſs die ſtumpfen Seitenkanten zum Vorſchein kommen, ein anderer iſt ſo kurz, daſs anſtatt dieſer vertikalen Kanten, die 2 Flächen beim Zuſammenſtoſsen horizontale Kanten bilden.

2) Dieſe Bezeichnungsart ſcheint mir für kein Syſtem ſo treffend, als für das Rhomben-Syſtem. Jedes Zeichen erlaubt eine unmittelbare Vorſtellung von der Fläche und iſt wahrhaft allgemein. Auch wird dadurch die Beſtimmung der Kryſtalliſations-Zonen ſehr erleichtert. Meine kleine Abweichung in den Zeichen für b und für d iſt gewiſs in Uebereinſtimmung mit der geometriſchen Natur.

Fläche p	$= a$	:	b	:	c		
-	$b = oa$	:	b	:	c		
-	$z = 2a$	:	∞b	:	c		
-	$r = 2a$	:	b	:	∞c		
Fläche e	$= 4a$	:	$\frac{b}{2}$	:	c	(3)	
-	$l = \infty a$	:	b	:	c		
-	$d = a$	:	ob	:	c		

Jene schwache Abstumpfung der Kanten zwischen den Flächen b und z (in der Zeichnung absichtlich etwas größer als in der Wirklichkeit), d. i.

Fläche x habe ich $= a : \infty b : c$ erkannt.

An der Combination zählt man 36 Flächen, und die wichtigsten Winkel an den Polen sind:

$\frac{b}{p} = 144° 1'$ | $\frac{b}{l} = 90° 0'$

$\frac{b}{z} = 132° 50'$ | $\frac{r}{s} = 119° 20'$

$\frac{b}{r} = 135° 50'$

Die Winkel $\frac{b}{z}$ und $\frac{b}{r}$ waren am besten, jedoch immer nur mit dem Hand-Goniometer zu messen. Aus ihnen habe ich die übrigen und die Primärform berechnet, und die darauf folgende Nachmessung zeigte eine Genauigkeit, welche vom Wahren gewiss um weniger als 30' abweicht.

Spaltbar ist der Ostranit von kaum mittlerer Deutlichkeit in der *lateralen* und zwar *brachydiagonalen* Richtung (parallel mit d); sehr unvollkommen *prismatisch erster Ordnung* (l), und *terminal, sphenisch*

3) Aus den Zeichnungen, namentlich aus dem Grundriss Fig. 9 scheint es, als müsse die Fläche e die Coordinaten: $a : \frac{1}{4}b : c$ bekommen. (*P.*)

nach den *r* Flächen. Der dichte Bruch ist *uneben bis unvollkommen muschlig.*

Die *Härte* geht von 8 bis 8,5 (d. i. von der des Orthoklases bis zur Mitte zwischen diesem und dem Quarz).

Sehr spröde,

Nicht sonderlich schwer zerspringbar.

Specifisches Gewicht =

4,321 eines grofsen etwas klüftigen Kryftalls,
4,375 eines faft vollkommen gebildeten Kryftalls,
4,404 eines vollkommen dichten Kryftall-Bruchftückes.

Es gehört der *Ostranit*, wie aus Obigem erhellet, dem *Rhomben-Kryftallifations-Syfteme* an, und seine Combination ist *homoëdrisch*, d. i. nach der Benennung des Herrn Professor Weifs — *zwei- und zweigliedrig.* — Nach den Dimensionen, welche gefunden worden, verhalten sich die drei Axen der Primärform

$$a : b : c = 1000 : 2059 : 1854$$

welches dem Verhältnisse

$$a : b : c = \sqrt{5} : \sqrt{21} : \sqrt{17}$$

fast ganz gleich kommt. Da nun schon mehrfach, neuerlichst aber wieder von dem Herrn Professor Naumann [4]) gezeigt worden, wie wahrscheinlich es sey, dafs die Haupt- und Nebenaxen der rhombischen Primärformen zu einander in einem bestimmten Verhältnisse, welches sich durch einfache Zahlen ausdrücken lasse, stehen; so möchte folgende Betrachtung nicht ohne Interesse seyn. Wirklich kommt 2059 + 1854 = 3913 der Zahl 4000 sehr nahe; also ist die Summe

4) Isis 1824 Heft 10.

der beiden Queraxen ungefähr viermal so groſs als die Länge der Hauptaxe. Nähme man $b = 2102$ und $c = 1898$; so würde das Verhältniſs folgendes:

$$a : b : c = \sqrt{5} : \sqrt{22} : \sqrt{18}$$

geben, und $4a = b + c$ oder $a = \frac{b+c}{4}$ seyn. Eine Pyramide, welcher das Zeichen $4a : b : c$ zukäme, würde so lang seyn, als ihre beiden Queraxen zusammengenommen. Indeſsen halte ich mich noch an die gefundenen Abmeſsungen und würde nur dann zu Gunsten jener scharfsinnigen aber doch immer noch sehr hypothetischen Ansicht stimmen, falls die Winkel am Oſtranit wesentlich anders gefunden würden und dadurch noch mehr Näherung zu dem vermutheten, bestimmten Verhältniſse zwischen den Axenlängen erhalten werden könnte.

An der beschriebenen Combination ist es ferner merkwürdig, *auffallende Aehnlichkeit mit Combinationen anderer Systeme* zu finden. So scheinen die Flächen von gröſster Ausdehnung (l, z, r) rhombendodecaëdrische, die Combination mithin eine *teſsularische* zu seyn, wodurch einige Aehnlichkeit mit Granat herauskommt. Bei der wenig verschiednen Neigung von $\frac{b}{r}$ und $\frac{b}{z}$ und bei der geringen Differenz der beiden Queraxen könnte man die Combination leicht auch für eine des *tetragonalen* Systems halten. Dann kommt das Mineral dem Zirkon und dem Zinnerz (Zinnstein) nahe. Jedoch kennt man weder am Granat die hexaëdrischen, noch am Zirkon die basischen Flächen.

Bei der Manchfaltigkeit der vorkommenden Flächen ist es eine andre Merkwürdigkeit dieser Combi-

nation, dafs die entwickelten Geſtalten in den einfach-ſten Verhältniſſen ihrer Axenlängen ſtehen. So zeigt dieAxe a die Längen $= 0 \ldots : \frac{1}{2} : 1 : 2 : 4 : \ldots \infty$; die Axe $b = 0 \ldots : \frac{1}{2} : 1 : \ldots \infty$; und die Axe $c = 1 : \ldots \infty$. Die vielen parallelen Combinations-Kanten und daraus ſich bildenden Zonen der Kryſtalliſation erhöhen den Werth der kryſtallometriſchen Betrachtung. Parallele Combinationskanten machen die Flächen *lsrpz*...; ferner *dspx*... und *zxp*... [5]). Die horizontale Projection zeigt, daſs ſie nur in der Richtung der Kanten an der Baſis und nach den beiden Diagonalen derſelben laufen.

Ueberhaupt, wenn ſonſt an einem neuen Minerale wenig Merkwürdiges zu ſehen iſt, ſo macht hiervon der Oſtran eine Ausnahme.

Der Beſitzer der ſchönſten Privatſammlung von Mineralien, die ich kenne, Herr Geheime Kabinets-rath und Ritter Heyer zu Dresden, zeigte mir einige Kryſtalle dieſer neuen Mineral-Subſtanz von ungefähr ⅜ bis 1 Zoll Gröſse. Sie waren loſe, ſcheinen aber aufgewachſen vorzukommen. Zwei jener Kryſtalle dienten mir, nach Hrn. Heyer's gütiger Erlaubniſs, zur Beſtimmung. Als Vaterland wird *Norwegen* genannt, von wo die Subſtanz durch Herrn Nepperſchmidt (zu Hamburg) nach Deutſchland gebracht worden ſeyn ſoll. Nähere Angaben über Ort und Art des Vorkommens habe ich nicht erfahren können.

2. Platz des Oſtranit's im Mineral-Syſteme.

In meiner „*vollſtändigen Charakteriſtik des Mineral-Syſtems*" kann man ſich ſogleich überzeugen,

5) Man vergleiche oben Note 1.

dafs ein Mineral von den befchriebenen äufseren Kennzeichen in die Ordnung der (natürlichen) *Oxyde* gehören müffe. Als neue Species braucht es zwar nicht nothwendig in ein fchon beftehendes Gefchlecht zu kommen; allein die gröfste Verwandtfchaft oder naturhiftorifche Aehnlichkeit hat es mit Zinnerz, dann auch mit Rutil. Eine fchon entferntere findet mit dem Zirkon Statt, wofür man den Oftranit gehalten hatte. Vom Zinnerz und Zirkon unterfcheidet er fich durch das Kryftallifations-Syftem und geringeres Gewicht; vom Rutil durch Farbe, Geftalten und gröfseres Gewicht; vom Granat, in fofern diefer braune Farbe zeigt, durch Kryftallifation und gröfseres Gewicht.

Wir haben in der That die Charaktere des erften Gefchlechts, des Hart-Oxyds (S. 91 meines Buchs) um weiter nichts auszudehnen, als um die Bemerkung, dafs nächft der tetragonalen Kryftallifation auch die *rhombifche* hier mit auftrete. In jenes Gefchlecht nun würden folgende Charaktere der neuen Species kommen.

3. Species. *Oftranit.*

Farbe, nelkenbraun. Strich, braun ins Graue geneigt.

Primärform: Brachyaxe Rhomben-Pyramide, Neigung der Flächen an terminalen Kanten = 128° 14′ und 133° 42′, an der Bafis = 71° 56′. Bafis und Prisma e. O. = 96°. Spaltbar, lateral, brachydiagonal, unvollkommen. Uneben bis unvollkommen mufchlig.

H. 8 bis 8,5.

G. 4,3 bis 4,4.

4. Ueber die chemifche Befchaffenheit und den Namen des Oftranit's.

Sobald die eingeleitete chemifche Zergliederung des *Oftranit's* zu beftimmten Refultaten geführt haben

wird, ſoll die Bekanntmachung derſelben folgen. Jetzt nur von einigen Löthrohrverſuchen. Ein kleiner Splitter blieb für ſich unſchmelzbar, erhielt aber durch das Feuer eine blaſſere Farbe. Mit Borax ſchmolz er, jedoch immer noch ſchwierig, zu einem klaren Glaſe, woraus erhellet, daſs Eiſen keinen weſentlichen Miſchungstheil ausmachen könne. In Salpeterſäure erfolgte keine Auflöſung.

Wenn ſchon das Mineral-Syſtem ſagt, dieſer Körper ſey *ein Metalloxyd*, ſo ſcheint mir dies zu den Vorzügen des Syſtems, welche manchmal verkannt werden, ſelbſt zu gehören. In jedem Falle dürfte doch mit dieſem Ausſpruche etwas für den Chemiker gewonnen ſeyn. Bringe ich ferner in Erwägung, daſs der *Oſtranit* in ein Geſchlecht gehört, wo nur einfache Metalloxyde, nämlich das Titan- und das Zinnoxyd, als ſelbſtſtändige Specien auftreten; ſo werde ich zu der Vermuthung hingezogen, daſs ſich's mit der neuen Species ebenſo verhalten *könne*. Dann wäre auch *möglich*, daſs dieſes zugleich Gelegenheit zur Entdeckung eines neuen Metalls gebe. Doch damit mag es kommen wie es will. *Ein neues Oxyd*, d. h. ein im Gebiete des Mineralreichs neues, iſt der Körper ohne allen Zweifel. Und da derſelbe einen Namen haben muſste, ſo wählte ich einen ſolchen, aus dem ſich auch ein paſslicher für eine neue metalliſche Baſis umenden laſſe, ich wählte *Oſtranit*, nach dem Namen der Göttin des Frühlings *Oſtra* 6), welche von den heidniſchen Sachſen und anderen nordiſchen Völkern verehrt wurde. Für den möglichen Fall, daſs ſich darin ein neues Metall nachweiſen lieſse, könnte man dieſes *Oſtran* taufen, ähnlich wie man Titanit und Titan, Tantalit und Tantal etc. unterſcheidet.

Freiberg am 12. Novbr 1825.

6) Schon vor der Zeit des Chriſtenthums war und hieſs Oſtern ein Frühlingsfeſt, und oſten oder uſten (wovon wahrſcheinlich unſer Aufſtehen abzuleiten iſt) hat überhaupt ſo viel als Aufgehen bedeutet. Daher heiſst auch Oſt oder Oſten die Gegend in Morgen.

IX.

Ueber die Zusammensetzung der Cyansäure;

von

F. Wöhler.

Herr Liebig hat eine Untersuchung über die Cyansäure angestellt*), um auszumitteln, ob dieser Säure hinsichtlich ihrer Zusammensetzung wirklich der Name Cyansäure zukomme, oder ob nicht vielmehr die von ihm entdeckte Knallsäure die eigentliche Cyansäure sey, wie aus seiner mit *Gay-Lussac* angestellten Analyse des knallsauren Silbers hervorzugehen scheint. Das Resultat von Hrn. Liebig's Analyse der von mir so genannten Cyansäure fiel dahin aus, dass er letztere für *cyanichte Säure*, die Knallsäure aber für Cyansäure erklärt.

Hr. Liebig hat meine Analyse des cyansauren Silbers wiederholt, und glaubt gefunden zu haben, dass ich mich um nicht weniger als 6 Procent im Silberoxydgehalt dieses Salzes geirrt habe. Denn er fand denselben zu 71,012 pCt., während ich ihn zu 77,25 pCt. angab. Von dieser, von ihm gefundenen Zusammensetzung des Salzes ausgehend, bestimmt er aus den, durch Erhitzung des Salzes erhaltenen Producten seinen Gehalt an Cyan und Sauerstoff, welcher dann natürlicherweise für beide anders ausfiel, als ich für die Zusammensetzung der Cyansäure angegeben habe.

Es ist so leicht, die Menge des Silbers in einer Verbindung zu bestimmen, dass ich mir sogleich vorstellte, Hr. Liebig könne nur dadurch zu obigem Resultat gelangt seyn, dass er auf die Reinheit des von ihm untersuchten cyansauren Silbers keine besondere Aufmerksamkeit verwandt und ein Salz untersucht habe, welches beigemengtes Cyansilber enthielt. Diese Meinung wird schon dadurch gerechtfertigt, dass Hr. Liebig angiebt, das cyansaure Silber hinterlasse beim Auflösen in Salpetersäure Cyansilber, obgleich er ge-

*) Kastner's Archiv. VI. 145.

rade diesen Umstand für einen Beweis ansieht, dass die Cyansäure nicht auf die von mir angegebene Art zusammengesetzt seyn könne, und mit Wasser nicht bloss Kohlensäure und Ammoniak, sondern noch andere Producte bilden müsse. Ich muss dagegen bemerken, dass sich reines cyansaures Silber in verdünnter Salpetersäure ohne Rückstand zur klaren Flüssigkeit auflöst, und ich habe mich dieses Umstandes immer als eines Zeichens der Reinheit des Salzes bedient. Die Quelle dieses verunreinigenden Cyansilbers ist in dem zur Fällung angewandten cyansäuren Kali zu suchen, welches eine nicht unbedeutende Menge Cyankalium enthält, wenn man es nicht durch öftere Krystallisationen gereinigt hat. Denn beim Glühen des Cyaneisenkaliums mit Braunstein entsteht sehr viel Cyankalium, welches sich mit dem cyansauren Kali im Weingeist auflöst. Man würde daher auch ein höchst unreines Silbersalz erhalten, wenn man die durch Kochen mit der geglühten Masse erhaltene weingeistige Auflösung unmittelbar zur Fällung des Silbersalzes anwendete. Reines cyansaures Silber, welches man durch Vermischung einer Auflösung von reinem, krystallisirtem cyansauren Kali in Wasser mit salpetersaurem Silber erhält, ist schneeweiss, und nicht blaulichweiss oder grau.

Es würde indess wenig zur Aufklärung der Sache gedient haben, wenn man bei der blossen Vermuthung stehen bleiben wollte, dass Hr. Liebig wegen Unreinheit des von ihm untersuchten Salzes ein von dem meinigen so sehr verschiedenes Resultat erhalten hat, indem natürlicherweise der Irrthum eben so gut auf meiner Seite seyn könnte; wie wohl auf dieser Seite die Uebereinstimmung in allen Theilen mehr für das Gegentheil zu sprechen schien. Ich nahm daher eine erneuerte Analyse des cyansauren Silbers vor, das mit grosser Sorgfalt mit vollkommen reinem Kalisalz bereitet war.

Sorgfältig getrocknetes, pulveriges cyansaures Silber wurde in einer weiten, etwa 6 Zoll langen, unten zugeschmolzenen Glasröhre abgewogen. Es betrug 1,213 Grm. In die Röhre wurde hierauf ein Strom getrocknetes salzsaures Gas geleitet. Die Masse erwärmte sich und auf der Wand der Röhre zeigten sich sogleich viele Streifen einer dickfliessenden Flüssigkeit, welche äusserst durchdringend nach Cyansäure roch

und welche sehr bald, und bei gelinder Erwärmung sogleich, zu einer krystallinischen Masse erstarrte, die sich wiederum beim ferneren Zuströmen des Gases bald unter Aufbrausen in ein dickes, weisses Sublimat verwandelte. Ohne Zweifel ist jene Flüssigkeit wasserhaltige Cyansäure, welche sich zuerst in kohlensaures Ammoniak verwandelt, das dann durch das salzsaure Gas in Salmiak zersetzt wird. Nachdem das saure Gas lange in die Röhre gestrichen war, wurde dieselbe unter beständigem Zuströmen des Gases, erst gelinde und dann stärker erhitzt, wobei Cyansäure und Salmiak in Menge entwichen. Das entstandene Chlorsilber wurde endlich vollkommen geschmolzen und der Salmiak durch Erhitzen aus der Röhre gänzlich ausgetrieben. Die Röhre wurde dann wieder gewogen, wodurch es sich ergab, dafs 1,162 Grm. Chlorsilber entstanden waren. Diese entsprechen 0,940 Silberoxyd, welche also 77,50 Silberoxyd in 100 Theilen cyansaurem Silber anzeigen.

Das Chlorsilber war indefs nicht zur vollkommen klaren Flüssigkeit geschmolzen, sondern es schwammen noch einige Flöckchen darin, welche Cyansilber oder Kohle und Silber seyn konnten, vielleicht dadurch entstanden, dafs das Salz noch nicht völlig in Chlorsilber verwandelt war, als dasselbe geschmolzen wurde. Ich wiederholte daher die Analyse noch einmal auf die gewöhnliche Weise, bei welcher man indefs eher einem Verlust ausgesetzt ist. — 0,82 Grm. trocknes cyansaures Silber wurden in verdünnter Salpetersäure aufgelöst, was ohne den mindesten Rückstand geschah. Aus der mit Wasser verdünnten Auflösung wurde das Silber durch Salzsäure ausgefällt. Das abfiltrirte, getrocknete und geschmolzene Chlorsilber wog 0,781 Grm. Diese entsprechen 0,6318 Silberoxyd, also 77,055 Procent im cyansauren Salze. Da Salmiakauflösung, welche hier durch die Zersetzung der Cyansäure entsteht, etwas Chlorsilber aufzulösen vermag, so ist die Quelle des kleinen Verlustes bei dieser Analyse leicht zu finden, und als die Flüssigkeit, von welcher das Chlorsilber abfiltrirt war, erst mit Ammoniak neutralisirt und dann mit Hydrothionammonium versetzt wurde, so bräunte sie sich, wiewohl kaum merklich, und setzte allmählig leichte, braune Flöckchen von Schwefelsilber ab.

Aus der Zusammensetzung des cyansauren Kalis, welches noch viel leichter als das Silbersalz zu analysiren ist, habe ich die Sättigungscapacität der Cyansäure zu 23,35 gefunden. Berechnet man hiernach die Zusammensetzung des Silbersalzes, so wird sein Silberoxyd-Gehalt 77,23. Nach den verschiedenen von mir angestellten Analysen ergibt sich aber der gefundene Silberoxyd-Gehalt zu:

Analyse durch Reduction des Salzes zu metallischem Silber *).	durch salzsaures Gas	durch liquide Salzsäure.
77,35	77,50	77,05

Das Mittel hiervon ist 77,30, welches der berechneten Zahl, 77,23, so nahe kommt, dass man diese Uebereinstimmung wohl nicht leicht einer Zufälligkeit zuschreiben kann. Um so mehr aber gewinnt die Vermuthung an Wahrscheinlichkeit, dass Hr. Liebig ein unreines Salz untersucht habe und dass also die von ihm angegebene Zusammensetzung des cyansauren Silbers nicht die richtige seyn könne. Da er nun hierauf die Analyse der Cyansäure gründete, so muss folglich auch das für ihre Zusammensetzung gefundene Resultat unrichtig seyn. Er macht dabei die Bemerkung, dass die von mir zur Analyse dieser Säure angewandte Methode kein richtiges Resultat habe geben können, indem die Säure durch Abscheidung selbst mit concentrirter Salzsäure nur theilweise zerlegt und zum Theil unzersetzt mit dem erzeugten kohlensauren Gase, woraus der Cyangehalt bestimmt wurde, weggeführt werde. Das Factum ist ganz richtig, aber eben so gewiss ist es auch, dass die so mit dem kohlensauren Gase im ersten Augenblicke weggeführte Cyansäure sich sehr bald nachher, besonders durch Umschütteln, mit der wässrigen Säure vollkommen in Kohlensäure und in Ammoniaksalz zersetzt, so dass das kohlensaure Gas auch nicht den mindesten Geruch von Cyansäure mehr beibehält.

Aus dem Angeführten scheint mir zu folgen, dass die Zusammensetzung dieser Säure und ihrer Salze auf die Art beschaffen sey, wie ich sie früher angegeben habe, *dass sie also wirklich Cyansäure und nicht cyanichte Säure ist.*

*) D. Annalen B. LXXVII. 120.

ZU HALLE,

ATOR DR. WINCKLER.

Tg	St.	Barom. bei +10° paris	Therm. im Schatten	Haar Hygr. bei +10° R.	Wind	Wetter
1	8	33.‴	3. 0	6. 9	[illegible] 1	trb Nbl
	12	33.	4. 8	76. 0	NW. 2	trüb
	2	33.	5. 1	73. 2	NW. 2	verm
	6	33.	4. 9	70. 8	W. 2	trb Rg
	10	31.	5. 8	69. 9	wnw. 3	heite
2	8	29.	0. 5	70. 9	SW. 1	schön
	12	29.	3. 9	63. 2	ssw. 3	schön
	2	29.	4. 2	54. 2	SW. 3	verm
	6	29.	2. 3	62. 6	SW. 4	trb Rg
	10	30.	3. 1	71. 1	SW. 4	trb gel Rg
3	8	28.	6. 0	69. 1	W. 3	trüb
	12	27.	5. 0	50. 5	W. 4	schön
	2	26.	5. 8	51. 2	wsw. 4	tr ez Rgtr
	6	26.	3. 6	50. 4	W. 4	verm
	10	25.	3. 7	54. 0	wsw. 4	verm
4	8	27.	2. 4	74. 3	ssw. 3	tr Sprhrg
	12	29.	7. 6	74. 6	SW. 4	trüb
	2	29.	7. 9	72. 1	SW. 4	trüb
	6	30.	7. 9	69. 8	SW. 4	trüb
	10	31.	7. 3	80. 7	SW. 4	tr gel Rg
5	8	33.	6. 7	80. 3	SW. 4	sch Mgrth
	12	33.	8. 1	66. 8	SW. 4	verm
	2	33.	8. 0	65. 0	ssw. 4	verm
	6	34.	7. 7	77. 5	ssw. 4	vr } Blze
	10	34.	5. 6	69. 8	ssw. 4	ht } Reg und Sturm
6	8	31.	5. 3	64. 9	ssw. 4	trb etwa
	12	29.	7. 3	65. 2	ssw. 4	trb Sprhrg
	2	28.	7. 2	70. 7	SW. 3	verm
	6	26.	5. 3	75. 1	SW. 3	schön
	10	26.	3. 1	65. 7	wsw. 3	trüb
7	8	26.				
	12	25.				
	2	26.				
	6	25.				
	10	26.				
8	8	29.				
	12	30.				
	2	30.				
	6	31.				
	10	31.				

Therm.	Hygr.	Wind
+224.°9	1830.°78	SW
+20[illegible]. 3	2910. 20	nnw
+139. 5	2805. 86	ssw
+157. 3	2036. 79	SW
+727. 0	10583 63	SW

Thermometrograph Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags	Wasser-Stand der Saale
1	+ 5.°1	+ 3.°5	5′ 2″
2	5. 2	6. 5	5 1
3	5. 4	10. 6	5 2
4	6. 9	[illegible] 2	5 6
5	2. 5	8. 4	5 3.5
6	0. 8	8. 3	5 5.5
7	5. 2	6. 4	5 0
8	1. 3	4. 8	4 10
9	0. 6	6. 7	5 11
10	1. 9	9. 0	5 11
11	2. 7	11. 4	6 1.5
12	6. 0	7. 9	5 4
13	3. 1	6. 4	5 4.5
14	4. 1	5. 8	5 1
15	2. 6	4. 9	5 0
16	2. 5	5. 7	5 0
17	1. 4	6. 6	4 11
18	+ 1. 7	4. 4	5 0
19	− 0. 1	6. 8	4 11
20	+ 2. 0	5. 6	4 10.5
21	− 0. 5	4. 8	4 10.5
22	− 0. 2	5. 5	5 0
23	+ 1. 1	5. 1	5 1
24	1. 8	4. 8	5 1
25	2. 0	5. 6	5 0
26	0. 2	5. 1	5 1
27	0. 4	6. 3	5 2
28	2. 3	8. 7	5 3.5
29	2. 3	9. 4	5 7
30	+ 4. 1	+ 8. 3	5 11
Sma	+ 73.3	+ 204.4	157′ 4.″5
Mittl	+ 2.44	+ 6.81	5. 3

Min.	Max.
− 0.°5	+ 12.°2

grösste Veränd. 12.°7

Uebersicht d. Witterung: Tage	Zahl
heiter	–
schön	4
verm	12
trüb	14
Nebel	6
Duft	1
Thau	1
Regen	13
Reif	1
windig	6
stürmisch	12

Nächte	Zahl
heiter	8
schön	2
verm	5
trüb	1
Regen	13
Schlossen	1
Gewitter	1
windig	4
stürmisch	8
Mgrth	10
Abrth	6
Mondfinst	1

	Barom.		Therm.		Hygrom.	
Mittl	332.‴209	SW	+ 4.°25	SW	70.°56	SW
Max.	338. 416	ssw	+ 11. 0	SW	88.16	W
Min.	325. 140	SW	− 0. 2	ssw	45.37	SW
Vränd	13.‴276		11.°2		41.70	

Cirrus; Mittgs SO hoch offen, sonst wolkig bed.; Nachmittgs gleichf.
on 6½ U. gel. Reg. anfangs mit kleinen Schlossen. Heute stehet der
Erdferne. Am 22. Nchts Reg., scharf gegen Morg.; früh 8 gleiche
Mittgs stehen in NW unten kl. Cum., oben geringe Cirr. Str., SO-
Cirr. Str. hoch und oben lockere auf heit. Grde; Nchmittgs bed. Cirr.
Abds und später bilden sie wolk. Bed. Am 23. Morg. SO-Hälfte bed.,
in Damm, drüber offen, oben lockere Cirr. Str., Mittags nur NW
ie Stellen, sonst wolkig bed.; nach etws Sprühreg. um 2, bestehet
fort, löset sich nach 7 schnell auf und Spt-Abds ist es bei dünn bel.
tws Cirrus im Zenith, heitr. Am 24. früh, Horiz. bel., drüber Cirr.
und oben Cirr. Str. dünn u. verwaschen über heit. Grund; bald bil-
ige, Spät-Abds gleiche Decke. Am 25. Nachts Reg., Morg. gleiche
Mittg wird N licht und es zeigen sich dort Cum., sonst düstre Cirr.
ockere mit heit. Stellen wechselnd, oben; Abds wolkig u. stark bed.,
iz. Regtropfen; Spt-Abds oben heiter. Der Vollmond, um 5 U. 3'
ne hier sichtbare partiale Mondfinsterniss.
Am 26. früh oben wolkenleer, nicht klar, Tags heiter, Horiz., von
; Nchmittgs bedecken unten ganz, oben häufig Cirr. Str., gehen Abds
aue Decke zusammen und es fällt, bei Sturm ähnlichem SW, feiner
. Morg. wolk. oft düstre Decke; Mittgs auf heit. Grunde rings Cum.,
eringe Cirr. Str.; bald aber nehmen diese zu, bilden düstre wolkige
m 2 fallen einz. Rgtrpf.; Abds ist das Zenith bisweil. offen und spätr
cke hie und da eine Oeffnung. Am 28. bedeckt, wechselnd gleichf.
früh 8 Sprüh- gegen 10 bis in die Nacht gel. Regen. Am 29. Morg.
e etwas Cirrus-Spur; der Horiz. rings ein Damm; Mittgs meist bed.,
oft frei, sonst grosse Cirr. Str. Massen. Von 7 bis gegen 9 Abds, am stärk-
aus SW heraufziehender Gewitterformat. in SW, dann in S, gegen 9 in
itze. Das Beziehen aus SW geschah mit heftigen Windstössen und von
k Regen. Donner hier zu hören, verhinderte wohl das Sturmgebrause.
ı Mittag öffnet wolk. Decke, nach Sprühreg. der Vormittgs bisweilen
s; Abds ziehen bei bel. Horiz. Cirr. Str. oben über heit. Grund, Spt-
bedeckt.

---

s Monats: Ausgezeichnet gelind, mit trüben oft regnigen Tagen und
ıdwestliche Winde herrschen und sind im ersten und besonders letzten
Monats heftig. Barometer sehr, Thermometer weniger veränderlich.
ein starkes Gewitter.

lt auch ganz von dem November. Rheumatisch-katarrhalische Fie-
namentlich der Bronchien, jetzt wieder mehr in Keichhusten über-

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1825, ZWÖLFTES STÜCK.

I.

IV. *Geognostischer Ueberblick über Christianias Territorium;*

von

M. Keilhau *).

Die vorhergehenden Aufsätze betrafen einen Theil der merkwürdigsten und folgereichsten Erscheinungen einer zu einem eigenthümlichen Ganzen abgeschlossenen Terrain-Verbindung, welche innerhalb eines weiten Umkreises um *Christiania* auftritt, und scharf gegen die sie umgebende, herrschende Gneusformation absticht. Eine specielle Prüfung der einzelnen Hauptdistricte dieses innerhalb der Gneusgränze eingeschlossenen Territoriums dürfte am sichersten zu einem Standpunkte gelangen lassen, von welchem aus es möglich wird, die allgemeineren Verhältnisse aufzufassen und das Ganze mit einem Blicke zu überschauen. Diese ganz praktische Methode gewährt auch den zweckmässigsten Leitfaden bei der Anführung der Thatsachen, auf welchen der Tab. VII beigefügte Versuch zu

*) Fortsetzung der im letzten Hefte mitgetheilten Bemerkungen.

einer geognostischen Karte über den genannten District beruht *).

Geht man von der südwestlichen, am weitesten von *Christiania* entfernten Gränze des Territoriums aus, so trifft man als auf den ersten Hauptdistrict auf das *Kalkterrain des Langesundsfjordes.* So weit dasselbe in der Umgegend von *Brevig* auftritt, sind die darüber vorhandenen Beobachtungen im Vorhergehenden mitgetheilt worden. Die geschichteten Massen, aus welchen es besteht, und welche im Süden vom Meere bespült werden, setzen in ihrem Streichen nach Norden (eigentlich in hor. 11) fort, und bilden, ohne wesentliche Veränderungen in ihren grösseren Verhältnissen zu erleiden, um die Städte *Porsgrund* und *Skeen* den übrigen Theil des Terrains. Grünsteingänge scheinen hier die mehr basaltischen und eisenhaltigen an der Einfahrt des *Langesundsfjordes* zu ersetzen, und die Kieselbildungen der östlichen Gränze erscheinen in der Form von *Sandstein.* Uebrigens bleibt noch derselbe dichte Versteinerungskalkstein vorherrschend gegen die übrigen Glieder des Schichtensystemes, und auch das Einschiessen bewahrt seine Regel, so dass sich die Parallelmassen überall und um so stärker gegen die östliche Gränze senken, je näher sie ihr rücken. Der nördliche Theil des Terrains hat auch dieselben Umgebungen wie der südliche, nämlich

*) Bei Mittheilungen der Art ist eine ermüdende Aufzählung von Namen und Localitäten unvermeidlich; allein man sieht, was bereits gethan, und was noch zu thun übrig ist. Für den fremden Reisenden muss auch die genaue Angabe der Contact- und Gränz-Puncte willkommen seyn, weil sie gerade die wichtigsten Phänomene darbieten.

die Gneusformation in W und N, und die Fortsetzung des *Breviger* Granit-Terrains in O oder NO. Die Gränze von *Rogn* und *Omberenäs* kommt, nachdem sie den *Frierfjord* passirt hat, bei *Vestre-Porsgrund* wieder zum Vorschein, zieht sich auch ferner durch eine Reihe von Abstürzen bezeichnet, *Steen* vorbei und folgt von *Fossum-Werk* an dem Laufe des Flusses. Oberhalb *Fossum* wird sie von der *Böe-Elv* begleitet, und senkt sich zugleich mit dieser in eine unwegsame, mit dichtem Fichtenwald bedeckte Gegend, bleibt jedoch noch lange an der Fortsetzung der nach Westen abgestürzten Klippenwände kenntlich; der nördlichste Punct in dieser Linie ist von Herrn v. Buch angegeben, welcher beim Gehöft *Moe* Gneus und gleich südlich davon Kalkstein fand *).

Die östliche Gränze ist in ihrer Fortsetzung nur wenig bekannt, jedoch noch kenntlich genug an dem Relief der Gegend; der Kalk nimmt die Niederungen von *Eidanger* und *Hjerpen* ein, und das granitische Terrain dringt von Osten her mit einem mächtigen, gegen das Kalkthal steil abfallenden Gehänge ein, so dass man sieht, wie die Gränzlinie auf dieser Seite mit jener gegen den Gneus, und beide mit dem herrschenden Streichen im Kalkterrain ungefähr parallel laufen. Hr. v. Buchs Beobachtung bei *Moe* lehrt, dass die Gneusgränze eine Biegung nach Osten hin machen, und die Kalkschichten in ihren Streichen begränzen muss, während sie sich mit der Gränzlinie der granitischen Gebilde vereinigt.

Es lässt sich vermuthen, dass der nördliche Theil

*) Reise II. S. 531.

des Terrains in seiner Berührung mit denselben Nachbargebieten wie bei *Brevig* auch dieselben Contact- und Lagerungs-Verhältnisse zeigen wird. Eine directe Beobachtung dafür kann ich von einem sehr schönen Gränzpuncte auf dem Wege zwischen *Slemdal* und *Skeen* in einem Hohlwege unterhalb des Gehöftes *Marker* anführen. Der Kalk ist wie gewöhnlich in der Nähe des granitischen Terrains von Kiesel verdrängt; man sieht Lager von körnig abgesondertem Quarz etwa 40° der Gränze zufallen; diese körnige Absonderung wird weiterhin stärker; das Gestein giebt beim Anhauchen Thongeruch, und wird ein vollkommener Sandstein, in welchem Glimmerblättchen zum Vorschein kommen; in den letzten Schichten werden diese Glimmerblättchen so häufig, dass man einen quarzreichen Glimmerschiefer zu sehen glaubt. Endlich folgt die zur Gränz-Zone gehörige Porphyr-Mandelstein-Bildung, welche zunächst dem Sandsteine ebenfalls sehr glimmerreich ist. Hier ist es auch, wo ihre Mächtigkeit ungefähr ⅛ Meile erreicht, denn erst oberhalb *Marker* tritt Syenit auf. Vergl. Tab. III. Fig. 10.

Der Flächenraum des ganzen Terrains kann zu 2¼ Quadratmeilen oder etwas darüber angesetzt werden, indem die Länge von der Einfahrt des *Langesunds-fjordes* bis zum Gränzpunct bei *Moe* ungefähr 5 Meilen, und die Breite öfters etwas mehr als ½ Meile beträgt.

Lougens Granit-Terrain kommt zunächst nach dem vorigen als der zweite Hauptdistrict des Territoriums in Betrachtung. Es gränzt gegen Westen

a) an das Kalkterrain des *Langesundsfjordes*, und so weit wurde die Gränzlinie schon angegeben. b) An die Gneusformation; hier ist nur ein einziger Gränzpunkt in der Nähe des Hofes *Moe* nach Hr. v. Buchs oben angeführter Beobachtung mit hänglicher Genauigkeit bestimmt; die Gränzlinie läuft über die wilden *Luxefjelde*, und scheint einen nach Westen vorspringenden und am *Ravaldsee* endigenden Bogen zu bilden. c) An *Sandsvärds* und *Egers* Kalkterrain. In dieser Linie liegt ein bekannter Punct an dem östlichen Ufer des *Ravaldsee*, von wo aus die Gränze gegen NNO über den nördlichen Fuſs von *Skrimsfjeld* unter dem *Hardsbötefjeld* hinläuft, und den *Lougen* unterhalb des Gehöftes *Aas* passirt; vom *Lougen* bis zum *Egersee* ist ihr Verlauf unbekannt. Da sich aber die Gränzlinie vom *Egersee* aus nach Osten schwingt, so bildet sich von da an eine nördliche Gränze aus, über welche man jedoch nur so viel mit Gewiſsheit weiſs, daſs die granitischen Bildungen daselbst von *Egers* Kalkterrain beschränkt werden. Wo dieser Kalk aufhört, da folgt die östliche Gränze, welche von Porphyr gebildet wird, und in folgenden Puncten bekannt ist: in *Bergestige* etwa ½ Meile von *Sandes* Kirche; bei *Eidsfos* Eisenwerk; bei *Tufs*; zwischen *Tufs* und *Laurdal*; beim Gehöft *Steensalt* oberhalb *Flaatten*; bei *Sbie's* Kirche; und auf den Inseln über *Natteröe* hinaus. Gegen Südost und Süd wird das Terrain vom *Christianiafjorde* und von der Nordsee bespült. Die gröſste Länge von der *Nevlungens-Schär* in Süden bis zur nördlichen Gränze in *Eger* beträgt 10—11 Meilen; der Flächenraum kann zu 30 Quadratmeilen angeschlagen werden.

Was über die Beschaffenheit der granitischen Bildungen in der Gegend von *Brevig* gesagt worden ist, gilt für dieses ganze Terrain. Dem herrschenden Gesteine kommt bald der Name Syenit, bald der Name Granit oder Zirkonsyenit zu; in den meisten Fällen hat es die Zusammensetzung eines sehr feldspathreichen Syenites; am seltensten ist es reiner Granit. Die ausgezeichnetsten und bekanntesten Syenite kommen bei *Laurvig* und *Fredriksvärn* vor; und man möchte vielleicht der Meinung seyn, daſs das Terrain selbst nach diesen hätte benannt werden sollen; allein es kann nicht oft genug ausgesprochen werden, daſs die Differenz zwischen Granit und Syenit hier ganz bedeutungslos ist.

Die granitischen Concretionen nehmen einige untergeordnete Bildungen in ihr Gebiet auf, nämlich:

a) *Porphyr - Mandelstein* im Zusammentreffen mit dem Kalkterrain des *Langesundsfjordes*. Oberhalb *Marker* (vergl. Tab. III Fig. 10) erscheint er in den Syenit theils übergehend, theils wurzelartig eingreifend. Unter den vielen oryktognostischen Merkmalen, welche ihn von den gewöhnlichen Mandelsteinen unterscheiden ist vorzüglich diese hervorstechend, daſs die Grundmasse dieser gewöhnlich vom Feldspathe ausgeht, während dagegen jenes Grundmasse eine in das Dichte versunkene Hornblende ist.

b) *Porphyr* von derselben Art, wie er das Nachbarterrain gegen Osten bildet. Sein Vorkommen in sporadischen Partieen von geringer Ausdehnung mitten in den granitischen Concretionen, und seine Uebergänge in dieselben lassen ihn nicht anders als untergeordnet erscheinen. Bei der Betrachtung der Ueber-

gänge dieser Porphyre überzeugt man sich, dass sie nur sehr extreme Modificationen des Syenites sind, indem der grösste Theil der Masse dieses Gesteines in eine dichte Zusammensetzung versank, um einzelnen Feldspathkrystallen eine desto freiere Ausbildung zu gestatten; die Grundmasse erscheint oft noch als ein sehr feinkörniger Syenit. Von dergleichen isolirten Porphyr-Partieen kommt eine in der Tab. III Fig. 10 angegebenen Profillinie zwischen *Fossum* und *Lougen* vor; ihre Erstreckungsformen sind gänzlich unregelmässig; dass sie ganz vom Syenite getragen werden, ja sogar ringsum isolirt mitten in seiner Masse auftreten können, ist zwar durch keine unmittelbare Beobachtung erwiesen, aber doch sehr wahrscheinlich.

σ) *Grünstein*, gewöhnlich in der Form von Gängen im Syenit. Man trifft nämlich nicht selten gewisse gangartige Streifen in diesem Terrain, welche sich theils durch eine grobkörnigere, feldspathreichere Entwicklung, theils durch grössere Feinkörnigkeit und stärkeren Hornblendgehalt von der umgebenden Masse des herrschenden Syenites unterscheiden. Jene haben oft eine schwebende Lage und kommen sogar ganz horizontal vor; diese scheinen mehr Neigung zur seigern Stellung zu haben, und gehen durch Aufnahme von noch mehr Hornblende in vollkommene Grünsteingänge über. Eine andere Grünsteinbildung, von conglomeratartigem Typus habe ich auf einer kleinen Insel im Norden vom *Sundesund* bei *Tjömöe* bemerkt. In der Mitte der unregelmässigen Sphäroide dieser Bildung befindet sich ein zusammenhängender Grünsteinkern, welcher in allen Richtungen von dünnen syenitischen Adern durchschwärmt wird; vom Mittelpuncte

nach der Peripherie hin werden diese Adern mächtiger und zahlreicher, so daſs der Grünstein in eine Menge isolirte, scharfkantige Stücke zersplittert erscheint; endlich erhält der Syenit die Oberhand in dem Grade, daſs sich der Grünstein nur noch aderartig in der umgebenden Syenitmasse erhält.

Einige Rollsteine und lose Blöcke an den südlichen Küsten des Terrains deuten vielleicht auf noch andre, untergeordnete Bildungen hin; allein ihr Ursprung ist noch ganz im Zweifel.

Die Thatsachen, welche die Contacts- und Lagerungs-Verhältnisse des Terrains zum Kalkterrain des *Langesundsfjordes* betreffen, wurden bereits oben abgehandelt. Die Contacts-Verhältnisse gegen die Gneusformation sind unbekannt, und hinsichtlich des Zusammentreffens mit *Sandesvärds* und *Egers* Kalkterrain ist nur ein einziger Punct untersucht; er liegt am Fuſse der *Skrimsfjelde* und namentlich des *Rönsäterknattes* *). Hier findet derselbe Uebergang von thonigem Kieselkalk in Syenit Statt, wie auf *Sölvsbjerg*. Bevor der Syenit seine volle Grobkörnigkeit erreicht, ist es hier und da etwas porphyrartig. Die Parallelmassen des Kieselkalkes schieſsen gegen das Syenitgebirge unter einem Winkel ein, der allmälig bis 80° und mehr zunimmt, je nachdem der Kalk verschwindet und der Kiesel sich zugleich mit der krystallinisch-körnigen Textur entwickelt. Sobald der Kalk und das Dichte der Masse überwunden sind, ist auch die Parallelstructur verschwunden.

Auf der östlichen Grenze, wo das Porphyrterrain

*) Vergl. Naumanns Beiträge, I. S. 11.

anftöfst, kennen wir die Contactverhältnisse an folgenden Puncten: 1) Bei *Gravdal* und *Tuft* in *Sandsværd*. Hier findet ein vollkommener Uebergang aus Syenit in Porphyr Statt, indem einerseits die Grundmasse des Porphyrs allmälig die krystallinischen Gemengtheile des Syenites entfaltet, und andrerseits der Syenit so feinkörnig wird, dafs seine Elemente ununterscheidbar werden, und eine homogene Masse darstellen. Dabei ist es merkwürdig, dafs sich die Feldspathkrystalle des Porphyrs, welche der Veränderung der sie umhüllenden Grundmasse nicht mit unterworfen sind, noch lange im Syenite erkennen lassen, indem sie auch da, wo sie die übrigen Feldspathkrystalle nicht mehr an Gröfse übertreffen, durch eine eigenthümliche, aus dem Porphyr herstammende Gestalt und andre Farbe ausgezeichnet sind, bis endlich in gehöriger Entfernung vom Porphyrterrain alle Differenz aufgehoben erscheint. 2) Beim Gehöft *Steensalt* in *Laurdal* (Tab. III Fig. 10), wo man zwar ebenfalls in des Porphyrs Grundmasse eine Annäherung an Syenit, jedoch keinen so vollständigen Uebergang bemerkt; durch die noch übrigen Verschiedenheiten ihres Wesens vollkommen unterscheidbar sieht man, wie sich beide Gesteine in ihrem Zusammentreffen wurzelartig verflechten. 3) Bei *Skie's* Kirche, und zumal ½ oder ¼ Meile südlich davon, dicht an der Poststrafse, wo die Verhältnisse ganz identisch mit jenen bei *Tuft* und *Gravdal* sind.

---

1. *Tönsbergs und Holmestrands Porphyrterrain.* Gegen Süd, West und Nordwest wird es von *Lougens* Granit-Terrain umgeben, und so weit sind dessen

Granitpunkte bereits bestimmt. In Nordosten folgt dann *Hvindedalens* Kalk, mit dem bekannten Contactpuncte bei *Hoffebroe* zwischen *Vaierud* und *Oestre*, dann *Holmestrands* Sandstein, dessen Berührungslinie auf der speciellen Karte Fig. 1 Tab. I verzeichnet ist. Gegen Osten wird das Terrain vom *Christianiafiorde* bespült, dessen Meeresgrund es wahrscheinlich zum Theil bis hinüber nach *Moss* bildet; denn auch dort stehen noch dem Porphyr angehörige Bildungen an, und constituiren die bedeutende Halbinsel *Gjelöe* auf der Ostseite des Fiordes. Der Flächenraum dieses Districtes beläuft sich wenigstens auf 16 Quadratmeilen, die gröfste Länge auf 6 — 7 Meilen.

Der hier vorherrschende Porphyr besteht aus einer braunen, thonsteinartigen, eisenschüssigen Grundmasse, mit grofsen weifs fleischrothen Feldspathkrystallen, deren Durchschnitte auf den entblöfsten Gesteinsflächen als Rhomben und Rhomboide hervortreten. Im Allgemeinen scheint die relative Lage dieser Krystalle ganz regellos zu seyn, allein hier und da findet man sie kreisförmig geordnet, so dafs ihre Axen gleichsam Tangenten für lauter concentrische Kreise bilden. Auch trifft es sich zuweilen, dafs ihre gegenseitige Stellung von der Art ist, als wäre sie von Strömungen und Wirbeln in einer vollkommen flüssigen Masse bestimmt worden.

Von diesem herrschenden Porphyr gehen vielfältige Modificationen und Uebergänge in verschiedenen Richtungen aus. Auf der einen Seite wird die Grundmasse fester, hornsteinartig, darauf krystallinischkörnig und das Extrem dieser Uebergangsreihe ist Syenit oder Granit. Wir sahen dergleichen Verhältnisse auf der

Gränze des granitischen Terrains; sie kommen aber auch mitten im Porphyrterrein vor, und veranlassen dort das Auftreten isolirter granitischer Partieen, welche sich zu der herrschenden Gebirgsart genau so verhalten, wie die Porphyrpartieen im Nachbarterrain zum Syenit. Eine sehr mächtige Syenit-Entwicklung der Art findet sich in und um *Ramnaes* Kirchspiel*). Auf der andern Seite geht der herrschende Porphyr in Thonstein und Eisenthon über, in welchen die Feldspathkrystalle gänzlich verschwinden. In einer dritten Richtung sieht man Kalkmandeln anstatt oder zugleich mit den Feldspathkrystallen auftreten; am *Holmestrand* endlich erscheint Augit, und die Grundmasse wird Basalt. Was die conglomeratartigen Massen mit runden sowohl als mit scharfkantigen Porphyrstücken betrifft, so wagen wir kein entscheidendes Urtheil über sie, und äussern es nur als eine Vermuthung, dass auch sie, wenigstens zum grössten Theil, einen Platz in den Uebergangsreihen einnehmen, und eben so wenig als irgend ein andres Glied in der Gruppe dieses Terrains ausserhalb der grossen Syenitverkettung isolirt dastehen.

Eine Varietät von Nadelporphyr zwischen *Sollerød* und *Jarlsberg* verdient Erwähnung. Sie ist mit leeren Blasenräumen erfüllt, deren Wände mit verschiedenen sehr feinen Krystallen bekleidet sind; von welchen die kenntlichsten Titanit und Magneteisenstein

*) Die Gränzpuncte für dieses untergeordnete Syenitgebiet sind: *a*) $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Meile in NW von *Fyldpaa*, *b*) ein Paar 100 Meter in W von der Poststrasse $\frac{3}{8}$ Meile südlich vom Gehöft *Hemb*, *c*) $\frac{3}{8}$ Meile in SW von *Undrunsdals* Kirche, *d*) das Gehöft *Lauvrud* auf der Gränze von *Ramnaes* und *Haalen*.

zu seyn scheinen. Die Blasenräume selbst sind in die Länge gezogen, ihre grössten Axen bis 5 Millimeter lang, und im Allgemeinen horizontal.

Alle diese vom herrschenden Porphyr mehr oder weniger abweichenden untergeordneten Bildungen kommen so vor, dass sie weder an regelmässige Erstreckungsformen gebunden, noch innerhalb bestimmter Gränzen eingeschränkt sind, weshalb es theils unmöglich, theils ohne Interesse seyn würde, ihre relativen Lagerungsverhältnisse anzugeben.

Bei der Poststation *Fyldpaa* in der Nähe von *Jarlsberg* liegen lose Blöcke herum, welche theils eine conglomeratartige Verbindung von sehr kalkreichem Sandstein und augithaltiger Basaltmasse, theils eine lagenweise Abwechslung von beiden Gesteinen darstellen. Diese abgeschliffenen Bruchstücke, welche nicht unmittelbar aus der Umgegend von *Holmestrand* zu stammen scheinen, veranlassen die Vermuthung, dass die Liste über die Gesteine dieser Terraingruppe noch nicht ganz vollständig sey.

Was die Contacts- und Positions-Verhältnisse betrifft, so verweise ich rücksichtlich ihrer auf den speciellen Aufsatz über *Holmestrand*. In Bezug auf *Sandedalens* Kalk wird der Gränzpunct bei *Holtebroe* von grosser Wichtigkeit. Dort kommt am Rande des Porphyrterrains eine untergeordnete Granit-Aussonderung von geringer Mächtigkeit (vielleicht nur wie ein schmaler Saum) vor, durch welche der Contact mit den seigern Parallelmassen des Kalkkiesels und thonigen Kieselkalkes vermittelt wird; denn so endigt die gegen das Porphyrterrain einschiessende Schichtenfolge der Kalkbildungen. Im Zusammentreffen mit

jenen Parallelmassen erscheint der Granit sehr feinkörnig, mit deutlicher Tendenz nach einem Uebergange in die Bildungen des Kalkterrains; dabei fehlen nicht die Ausläufer und Adern von Granit in der Schiefermasse. Das Verhältniss ist eine genaue Wiederholung der Erscheinungen am *Eidangerfjorde*, am *Paradiesberge* und am *Vettakollen*. Das Porphyrterrain verhält sich daher keinesweges wie ein Aufgelagertes zum Kalke, und doch haben wir gesehen, dass derselbe Kalk unter *Holmestrands* Sandstein, und der Sandstein unter den Porphyr einschiesst. Hinsichtlich der Lagerungsverhältnisse des Syenites und Porphyrs geben die angeführten Thatsachen von der Gränze gegen *Lougens* Granitterrain keine bestimmte Aufklärung. Die gegenseitigen Uebergänge, und der abwechselnd untergeordnete Rang scheinen zu beweisen, dass Syenit und Porphyr auf einer ganz gleichen Stufe stehen, und dass keine dieser Bildungen der andern ausschliessend zur Basis oder Stütze dient.

Sandefjords vereinigtes Kalk- und Sandstein-Terrain, Egers, Sandesvärds und Modums Kalkterrain. Bei einer allgemeinen Uebersicht kann es wohl nicht unpassend genannt werden, die Kalkbildungen des *Sandethales* in eine Gruppe mit dem Sandsteine zu stellen, welcher sich abwärts vorbei *Holmestrand* zieht. In der Gegend von *Skeen* kommt der Sandstein von einer im Vergleich zum Kalksteine so geringen Mächtigkeit und in einer so innigen Verknüpfung mit ihm vor, dass er nicht anders als ihm untergeordnet betrachtet werden kann, als eine eigenthümliche

Modificationen der an der Granitgränze auftretenden Kieselbildungen im Kalkterrain). Am *Sandeffjord* erscheint der Sandstein allerdings weit mächtiger, allein ohne eine scharfe Demarcation zwischen sich und dem Kalke erkennen zu lassen. Ferner ist die Lagerbildung beiden Gesteinen eigenthümlich, und vereinigt sie in ununterbrochener Folge zu einem abgeschlossenen Ganzen, welches sich mit einem bedeutungsvollen Gegensatz der Porphyr-Granit-Bildung entgegenstellt. Endlich sprechen die äusseren Formen der Erdoberfläche, und der Einfluss auf die Vegetation für die Vereinigung beider Gesteine. Giebt man sie also zu, so sind unter dem vereinigten Terrain des Kalk- und Sand-Steines vom *Sandeffjord* die schmalen Landstreifen unter *Holmestrands* Porphyr-Abstürzen, die Inseln in der Einfahrt des *Sandeffjordes*, die kleine Kalkstrecke auf *Bükkestrand* und das zwischen Granit und Porphyr eingeschlossene Hauptthal von *Sande's* Kirchspiel zu verstehen.

Von da aus zieht sich der Versteinerungskalk durch eine Gegend, deren Umrisse durch folgende Linien bestimmt werden: *a)* Die Gränze zwischen Granit und Kalk auf der Ostseite des *Sandethnies* setzt hinein in *Skouges* Kirchspiel, geht dicht nördlich beim Gehöft *Oestre* vorbei, biegt sich darauf etwas nach Westen, läuft aber nachher wieder nördlich gegen *Austad* bei *Drammen*, dann abermals westlich vorbei *Konnerud-Werk*, berührt die *Narverud-Gruben*, setzt schräg durch die *Dramselv* und zieht sich zuletzt dicht nördlich um die Gehöfte *Steensät* und *Solberg* in *Egers* Kirchspiel. Weiter ist diese Gränzlinie nicht verfolgt worden, aber es ist ausgemacht, dass sich der Kalk

ununterbrochen bis hinauf nach *Meilum* eilenckt und den *Tyrifjord* erreicht, von wo aus er sich vielleicht mit dem Kalke und Sandsteine in *Sylling* am *Holtsfjorde* vereinigt.

b) Die Gränze auf der Westseite des *Sandetkales*, welche aufwärts nach *Holtebroe* läuft, setzt von da erst nordwestlich und beinahe parallel mit der Linie von *Qestre* nach *Konnerud* fort, wendet sich darauf nach Westen und Südwesten, und ist genau dieselbe, welche wir vom *Ravaldsee* über den *Eger* verfolgt haben.

c) Eine westliche Gränzlinie, in welcher das Kalkterrain von *Sandesvärd*, *Egen* und *Modum* vom Gneuse begränzt wird, ist in folgenden Puncten bekannt: am nördlichen Ufer des *Ravaldsees* etwa ½ Meile westlich vom Platz *Ormetangen*; an der *Hillestad*- oder *Dals*-*Elv* beim *Hillestad*-*Hängsel* und bei *Jigerfoss*; der *Lundaberg* (*Lundabakke*) am *Fiskumsee*; die *Drammelv* einige 100 Meter oberhalb *Haugsund* und ½ Meile weiter aufwärts nach *Vigersund* am *Tyrifjorde*.

Die Form des so eingeschlossenen Gebietes ist ganz eigen; das Stück, welches nach *Eger* gehört, bildet ein Centrum, von welchem drei Arme in verschiedenen Richtungen, nördlich nach *Modum*, südwestlich nach *Sandesvärd* und südöstlich nach dem *Sandefjorde* ablaufen. Die Länge vom *Ravaldsee* bis nach *Vigersund* beträgt 7—8, von *Lövöe* bei *Holmestrand* bis *Vigersund* 8—9 Meilen. Die Breite der drei Arme erreicht nirgends eine ganze Meile, und beim Gehöft *Helm* nahe am *Sandefjorde* übersteigt sie kaum 1000 Meter.

Die erste Stelle innerhalb des ganzen Terrains behauptet ein grauer dichter Kalkstein, der außer an vielen andern Versteinerungen zumal an Orthokeratiten vorzüglich reich ist. In *Modum*, *Eger* und *Sandesvärd* wechselt er häufig mit Thonschiefer. Krystallinisch-körniger Kalk ist zumal in *Skouge's* Kirchspiel, am Fuße von *Skrimsfjeld* und auf *Kummeröe* mächtig. Die Kieselkalk- und Kalkkiesel-Bildungen kommen mehr oder weniger mit Thon gemengt, und von Granat begleitet gewöhnlich an der Granitgränze vor. Sandstein tritt nur in den Umgebungen des *Sandefjordes* auf.

Eine eigene Art von Porphyr bildet hier und da Lager im Versteinerungskalke und Thonschiefer; er ist sogar in einzelnen Handstücken leicht von jenem zu unterscheiden, welcher ein selbstständiges Terrain bildet; seine Grundmasse stammt von Quarz, nimmt nur wenig Feldstein und gar keine Hornblende auf; dagegen ist er oft mit Ocher imprägnirt, der sich entweder in einzelnen Punkten eingesprengt zeigt, oder so in der Masse vertheilt ist, daß eine gleichmäßige schmuzig gelbe Farbe zum Vorschein kommt. Die sparsam eingewachsenen Krystalle sind Feldspath, gewöhnlich ebenfalls von Ocher gefärbt, und mehr von quadratischen Querschnitten, während die Krystalle jener selbstständigen Porphyre gern nadelförmige oder rhombische Profile zeigen. Ein vorzüglich mächtiges und auffallendes Lager dieses Porphyrs zieht sich von *Vigersund* abwärts *Modums* Kirche vorbei.

In der Nähe von *Ormetangen* kommt eine porphyrartige Bildung vor, welche jener von *Omberenäs* und *Tungvold-Kleven* aus der Gränz-Zone des Kalkes

mit dem Gneuſe ähnelt; auch hier ſcheint ſie durch die Nachbarſchaft des Gneuſes hervorgerufen zu ſeyn. Die Grundmaſſe iſt graulich ſchwarz in das Bläuliche, quarzartig, und hält theils Hornblende, theils auch Feldſpath und häuſig Eiſenkies eingeſprengt; auf der einen Seite bemerkt man Uebergänge in einen harten, dickſchiefrigen mit Eiſenkies ſtark imprägnirten Thonſchiefer, auf der andern in ein körniges Hornblendgeſtein, in welchem alle Spur von Parallelſtructur verſchwindet.

Als untergeordnete Bildungen ſind ferner eine Menge Grünſteingänge anzuführen, deren körnige Maſſe zumal in den minder mächtigen oft bis zur anſcheinenden Homogenität zuſammenſinkt, und dann graulichſchwarz, baſaltartig wird. Die mächtigſten Gänge dieſer Art werden hier und da bald durch der Hornblende, bald durch des Feldſpathes vollkommnere Ausſonderung porphyrartig.

Endlich haben auch in dieſem Diſtricte der vereinigten Kalkterrains anſehnliche Erzniederlagen ihre Heimath. Vorzüglich iſt die Strecke vom *Fiskumsee* und dem *Eger* öſtlich nach *Konnerud-Werk* hin reich an Magneteiſenſtein. Das Erz erſcheint am öfterſten in unregelmäſsig geſtalteten Sphäroiden ohne ſcharfe Begränzung concentrirt, indem es mehr oder weniger mit dem umgebenden Kalkſteine verſchmolzen iſt. Die beſtändigſte und am wenigſten ungeſtaltete Erſtreckung erhält der Eiſenſtein in der Nähe von Grünſteinsgängen. So ſieht man ihn z. B. in der *Aaserudgrube* eine mehr oder weniger ununterbrochene Bedeckung zu beiden Seiten eines ſeigern bis 2 Meter mächtigen Grünſteinganges bilden, und ſolcher-

gestalt selbst eine unvollkommene Gangform annehmen. Der Contact mit dem Gange erfolgt in einer markirten und ziemlich ebenen Fläche; gegen den Kalk aber ist die Berührungsfläche theils weniger stark ausgeprägt, theils so uneben, dass die Mächtigkeit des Erzes stückweis mehrere Meter übersteigen kann, während es sich an andern Orten ganz auskeilt. Am grössten ist die Mächtigkeit da, wo sich zwei Gänge kreuzen, gleichsam als wären diese die Vehikel für die Ansammlung des Erzes gewesen. — In *Sande*, *Stouge*, *Eger* (und *Modum?*) kommen Magneteisenstein und Verbindungen von Metallsulphureten so häufig an der Granitgränze vor, dass dieses Vorkommen fast als eine beständige Contact-Erscheinung angesehen werden kann. Ihre Erstreckungsformen sind unregelmässig und höchst veränderlich; oft veranlassen sie auch eine ungewöhnliche Verwirrung in der Structur der umgebenden Gebirgsmassen; bei *Konnerud*, wo Bleiglanz, Blende und Kupferkies im Kalke und Kalkkiesel brechen, sind die Parallelmassen mannichfaltig verschlungen, und aus ihrer normalen Lage verrückt.

Uebrigens sind regelmässige Parallelstructur und schichtenartige Massenformen die herrschenden in diesem Districte. Die Beobachtungen über das Einschiessen sind folgende: *a*) In der Strecke vom *Ravaldsee* nach dem *Lougenthale* senkt sich das Schichtensystem 10° — 20° nach SO, so dass die Parallelmassen der Längenerstreckung des Terrains parallel streichen, und von der Gneusgränze weg - der Granitgränze zu-fallen. In der Nähe der letzteren wächst der Winkel des Einschiessens bis auf 80° ja sogar bis auf 90°. *b*) Zwischen *Bergsöe* (einer Erweiterung der *Drams-*

elv unterhalb *Vigersund*) und *Modums* Kirche ist das Fallen der Schichten 5° in O, alſo rechtwinklig von der Gneusgränze weg. *c*) Zwiſchen *Heugsund* und *Steensät* iſt das Einſchieſsen 10° — 20° in NO, d. h. rechtwinklig auf die Granitgränze zu. *d*) *Solberg* gegenüber auf dem ſüdlichen Ufer des *Drammen* ungefähr 10° in S; zwiſchen *Aaserudgrube* und *Konnerud* 5° — 10° in O und SO; das Streichen iſt alſo rechtwinklig auf die Längenerſtreckung des Terrains, welches auf beiden Seiten von Granit eingeſchloſſen wird, und das Einſchieſsen verharrt auch hier noch von der Gneusgränse weg. *e*) Am *Sandefjord* ungefähr 20° in W und SW, alſo das Streichen parallel der Längenerſtreckung des Terrains, welches zwiſchen Granit einerſeits und Porphyr andrerſeits eingeſchloſſen iſt, und das Fallen vom Granite weg nach dem Porphyr zu.

Rückſichtlich der Contacts- und Lagerungs-Verhältniſſe erinnern wir an die Phänomene um den *Sandefjord*, bei *Holtebroe* und unter *Skrimsfjeld*. Die auf *Bäkkestrand* beginnende, und von der Oſtſeite des *Sandethales* bis nach *Solberg* und *Steensät* angegebene Granitgränze wird dadurch von groſser Wichtigkeit, daſs die Parallelmaſſen des zum Kalk gehörigen Schichtenſyſtemes da, wo gegenüber *Holmestrands* Porphyrterrain anſteht, von ihr *weg*-, bei *Steensät* und *Solberg* dagegen ihr *zu*-fallen, ſo wie, daſs ſie ihr zwiſchen *Aaserudgrube* und *Konnerud* weder *zu*- noch *weg*-fallend ſind. Da es ein und daſſelbe Granit-Terrain iſt, welches mit einem und demſelben Kalkterrain zuſammentrifft, ſo kann man nicht annehmen, daſs ſich die reſpectiven Lagerungsverhältniſſe

zugleich mit dem Einschiessen änderten, und folglich muss dieses als *unabhängig* von der Lagerung betrachtet werden. Ein ganz ähnlicher Schluss drängte sich auch bei Betrachtung der Contacts-Phänomene auf *Bäkkestrand* und bei *Holm* auf.

Dasselbe Ineinandergreifen, wie an den genannten Orten, dieselbe Verflechtung des Granites und der Kalkbildungen fand Naumann *) in der Nähe von *Oestre;* sie ist noch auf vielen Puncten in *Skouge* und *Eger* wahrzunehmen, und zeigt sich unverändert als dieselbe, die Parallelmassen mögen nun dem Granite *zu*- oder von ihm *weg*-fallen; findet eine Verschiedenheit Statt, so möchte sie darin bestehen, dass hier und da, wo nämlich das Schichtensystem des Kalkes mit den harten seigern Schiefern schliesst, statt einer scharf markirten Gränze Uebergänge eintreten, weil der anstossende feinkörnige Granit nicht ungeneigt ist, mit jenen Schiefern zusammenzuschmelzen, so dass die Verflechtung mehr oder weniger unkenntlich wird. Solchergestalt ist noch kein Factum vorhanden, zufolge welchem der Kalk und die mit ihm verknüpften Bildungen rücksichtlich des Granites mit Zuverlässigkeit als aufliegend oder unterliegend betrachtet werden könnten.

Was die Lagerungsverhältnisse zu *Holmestrand's* Porphyrterrain betrifft, so ist nichts mehr hinzuzufügen; allein die Verhältnisse zum Gneuse sind noch zu besprechen übrig. In der Nähe des *Lundeberges* und in *Westfossen* findet man Gneusbildungen *inner*-

*) Beiträge I. S. 33. *A. d. V.*

halb des Gebietes des Kalkes und Thonschiefers hervorstossen; es kann sonach als gewiss angesehen werden, dass sie *unter das Kalkterrain fortsetzen*, und solchergestalt dessen Basis bilden. Ist aber der Gneus im Uebrigen ganz unabhängig vom Kalkterrain? Glaubt man Gründe zu einer bejahenden Antwort auf diese Frage in dem Umstande zu finden, dass das Parallelsystem des Gneuses ganz abweichend von jenem des Kalkes ist, so erinnere man sich an *Vettakollens* und *Gjellebäcks* Phänomene, und nehme darauf einen vollkommen entblössten Berührungspunct in Augenschein. Da zeigt sich, dass die Gneusbildungen *in der Berührungsgegend allzeit von ihrem gewöhnlichen Typus abweichen* und durch den Contact mehr oder weniger *modificirt* werden. Ihr Feldspath ist nur wenig kenntlich, der Quarz drängt sich in ungewöhnlicher Menge ein, und der Glimmer wird matt und thonartig; der Schieferparallelismus ist entweder ganz aufgehoben oder sehr verwirrt. Ist nun auch, wie diess häufig Statt findet, diejenige Bildung des Kalkterrains, welche den Contact bewerkstelligt, kieselartig und namentlich quarzartig, so wird es fast unmöglich, eine Demarcation anzugeben *), und man ist genöthigt, eine gewisse *Gegenseitigkeit* im Momente des Zusammentreffens vorauszusetzen. Dazu kommt noch, dass dieselben Grünsteingänge, welche dem Versteinerungskalke und seinen unbezweifelten

*) *Hellefos* dicht oberhalb *Haugsund* ist in dieser Hinsicht ein merkwürdiger Punkt. Denn mögen nicht die quarzartigen Schiefer, welche dort bei den Gneusbildungen mit Hornblende vorkommen, eigentlich dem Kalkterrain angehören?

Connexionen zugehören, gleichfalls in der angränzenden Gneusformation vorkommen.

Das Granit - Terrain des Dramsfjordes. Die angegebene Granitgränze von *Bäkkestrand* bis nördlich von *Solberg* gehört einem gegen Often ausgebreiteten Terrain, welches vom *Dramsfjorde* durchschnitten wird. Aufser den zu *Sandé*, *Skouge* und *Eger* gehörigen Strecken, wird der gröfste Theil vom *Hurumlande* und *Rögen*, so wie ein Theil von *Askers* und *Liers* Kirchspielen gebildet. Die durch den *Dramsfjord* verursachte Trennung in einen öftlichen und weftlichen Haupttheil (vergl. die Karte tab. VII) wird von *Drammen* aus durch ein nach Norden ausgebreitetes Porphyrterrain fortgesetzt, dessen Gränzen noch so wenig bekannt sind, dafs der auf der Karte angedeutete Zusammenhang zwischen *Egers* und *Liers* Granit durch *Modum* nur hypothetisch ist. Das Terrain scheint seine gröfste Breite zwischen dem *Sandethale* und dem *Christianiafjorde* bei *Haaöe* zu erreichen, in welcher Gegend sie etwas über 2 Meilen beträgt; die gröfste Länge läfst sich nicht angeben; nur ist so viel gewifs, dafs sie wenigstens 6 Meilen ausmacht.

Das Gestein ist Granit in der strengsten Bedeutung des Wortes. Wenn auch Hornblende nicht ganz ausgeschlossen ist, so vermag sie doch kaum an irgend einem Puncte des Gebietes einen syenitischen Habitus hervorzurufen. Auch Quarz und Glimmer sind oft sehr zurückgedrängt, und bei *Tangen*, so wie um die Einfahrt des *Dramsfjordes* bestehen die Felsen fast

ausschliessend, aus körnigem Feldspathe, der meist stark fleischroth und sehr krystallinisch ist. Die schönsten Feldspathdrusen wurden bei *Rödtangen* gefunden.

Wo der Weg nach *Holmestrand Tangen* verläfst, da setzen Grünsteingänge im Granite auf. Um *Sätre* in *Rögen* sind kleine, mehr oder weniger concentrirte Massen von Braunstein, Blende und Bleiglanz darin zerstreut, und am Fjorde zwischen *Sätre* und *Aarhuus* enthält er Trümmer von weissem, grobkörnigem Kalkspath, in welchem Feldspath, ganz von derselben Beschaffenheit, wie der des Nebengesteines eingewachsen ist, nur dass er zum Theil vollkommene Krystallflächen zeigt *).

Die westliche Gränze des Granites, und die dahin gehörigen Thatsachen in Bezug auf Contacts- und Lagerungs-Verhältnisse wurden oben verhandelt. Ueber die nördliche Gränze hat man bis jetzt keine Nachrichten, und im Süden senkt sich das Terrain in den *Christianiafjord.* Wir verfügen uns also nach Osten, wo uns auf der südlichen Küste von *Hurumland* ein kleines Kalkterrain aufstöfst, welches einerseits von Granit, andrerseits von Gneusbildungen eingeschlossen wird, und sich nach Norden auszukeilen scheint. Es ist uns jedoch nur durch unvollständige mündliche Berichte bekannt. Nördlich von diesem Terrain berühren sich Gneus und Granit unmittelbar, und ihre Contactlinie läuft ziemlich mitten durch *Hurum*-

*) Man erinnere sich an die Kalkspathmandeln im Mandelstein, an die Verknüpfung dieses letzteren mit Porphyr, an die Kalkspathgänge in dem basaltischen Porphyr auf *Lövöe*, und an die Verknüpfung der Porphyre mit den granitischen Gesteinen.

land von Süd nach Nord, biegt sich an der Gränze von *Rögens* Kirchspiel etwas gegen Osten, und erreicht den *Christianiafjord* zwischen dem Ueberfahrtsort *Stättet* und *Sätre;* darauf wird ihre Richtung abermals nördlich, und, nachdem sie zwischen vielen Inseln und Schären diesseits *Haaöe* fortgelaufen, nordwestlich. Etwa ¼ Meile oberhalb *Sätre* nach dem Gehöft *Aarhuus* hin betritt die Gränze wieder das Festland, der Granit zieht sich in die landeinwärts gelegenen Gegenden von *Rögen* zurück, wo der Contact mit dem Gneuse abgebrochen oder wenigstens der Beobachtung entzogen wird, indem daselbst der Granit von einem Kalk-Thonschiefer-Terrain begränzt wird.

Die Felsen an dem Gränzpuncte bei *Sätre* steigen so nackt und steil aus dem Meere auf, daſs der Contact der zusammentreffenden Gesteine vollkommen beobachtet werden kann. Demungeachtet ist das eigentliche Wesen dieses Contactes und der Lagerung sehr schwer auszumitteln. Die Gneusformation tritt mit seigern Schieferschichten von ganz fremdartigem Ansehen zu Tage; sie bestehen aus Hornblende und Glimmer in sehr feinblättriger Zusammensetzung, und umschlieſsen porphyrartig eine Menge fleischrother, bald gröſserer bald kleinerer Feldspathnüsse. Der Granit ist im Contacte mit diesen Schiefern wie gewöhnlich stark roth gefärbt und von einer rein körnigen Structur; er läſst sich nicht mit den Granitbildungen der Gneusformation verwechseln, welche meist ohne Ausnahme und wenigstens im Groſsen ihre Verwandtschaft mit einer glimmerreichen, schiefrigen Felsart verrathen, und auch in denjenigen Fällen, da

ein solches Kriterium mangelt, einen eigenthümlichen Zug im Charakter ihres Feldspathes und in der Verbindungsweise desselben mit Quarz und Glimmer offenbaren, welcher dem geübten Auge bei einer Vergleichung mit den dem Orthokeratitkalke zugesellten Graniten nicht entgehen kann.

Fig. 5 tab. VII ist die Ansicht einer verticalen Felsenwand, auf welcher eine vorzüglich interessante Partie des Contactes zwischen Granit und jenen porphyrartigen Schiefern zu sehen ist. Der Granit bedeckt theils die Schiefer, theils dringt er in sie ein; einige dieser Eindringlinge verlängern sich, laufen in Adern und kleine Gänge aus, und zwar oft in horizontaler Richtung, so daſs die Schieferparallelen rechtwinklig von ihnen geschnitten werden. Dabei werden sie endlich dem Gesteine des Terrains, aus welchem sie entspringen, immer unähnlicher, und erhalten eine auffallende Aehnlichkeit mit gewissen im Gneuse sehr häufigen Granitgängen, welche auf der Ostseite des *Christianiafjordes* oberhalb *Dröbak* vorkommen, und genau eine so schwebende Lage haben, daſs auch sie die sehr stark einschieſsenden Gneusparallelen rechtwinklig schneiden. Die Demarcation zwischen dem Granit und porphyrartigen Schiefer ist vollkommen scharf, ausgenommen in den äuſsersten Enden einiger auslaufenden Adern und Gänge, woselbst die beiderseitigen Massen in einander verflieſsen und einen wirklichen *Uebergang* bilden.

Einige flache Schären vor der beschriebenen Felsenwand zeigen dieselbe Combination im Grundriſs. Hier erscheinen die Schieferbildungen nicht anders, als wie man sie in der Gneusformation zu sehen ge-

wohnt ist; dagegen haben die sporadischen und, wie es scheint, sehr oberflächlichen Massen des Granit-Terrains solche Modificationen angenommen, und verfliessen dergestalt mit den Schiefern, dass man kaum geneigt ist, sie für eine dem Gneuse fremde Formation anzuerkennen.

Der Küstenrand innerhalb der Schären ist mit losen, niedergestürzten Felsenblöcken erfüllt. Unter diesen befindet sich ein mächtiger Block von schön roth gefärbtem, quarzreichem Granit, dessen Masse einen feinblättrigen Hornblend-Glimmer-Schiefer in weit von einander befindlichen, theils stumpf-, theils scharf-kantigen Stücken von 1—5 Decimeter Länge umhüllt. Diese Stücke liegen so, dass keine Uebereinstimmung in Bezug auf die Lage ihres respectiven Schieferparallelismus Statt findet, wie sie denn auch nicht von gleicher innerer Zusammensetzung sind. Mit der umgebenden Masse sind sie innig verwachsen; eine Quarzader, welche sich durch den Granit hinschlingt, setzt unverändert in das mittelste und grösste Schieferstück hinein, und dieser Umstand erregt einige Bedenklichkeiten, wenn man sich anfangs unbedingt für die Meinung erklären will, dass diese Combination nach Art eines Conglomerates zu beurtheilen sey.

In der Nähe dieses merkwürdigen Blockes hat neulich ein gewaltiger Felsensturz Statt gefunden, und ein wildes Chaos von mächtigen parallelepipedischen Granitblöcken bildet den Küstenrand unter den hohen Abstürzen, von welchen sie herstammen. Doch kommt hier der Granit nicht ausschliessend vor; der Theil der Abstürze, von welchem die ersten Felsenbrüche

erfolgt seyn mögen, und zunächst dem Fjorde noch einige Ueberreste zu sehen sind, wird von verticalen, dem Gneuse angehörigen Schiefermassen gebildet, welche dem Uferrande parallel streichen; erst landeinwärts von diesen steigt die Granitwand auf, die dasselbe Streichen beobachtet. Hier ist also einer der zuverlässigsten Gränzpuncte. Durch eine Querkluft in den Abstürzen ist ein Profil entblöfst, in welchem man die letzte Parallelmasse der Schiefer in ihrer ganzen Seite dergestalt mit dem Granit verschmolzen sieht, als ob auch dieser nur eine Parallelmasse im Gefolge der Schiefer bildete. Der Contact findet in einer Fläche Statt, welche alle Eigenschaften der *Begränzungsflächen eines Lagers im Hangenden oder Liegenden* nur mit der Ausnahme hat, dafs die Lager gewöhnlich schärfer abgesondert sind, als es hier der Fall ist.

Der Granit auf der einen Seite ist ein feinkörniges Gemenge von blaserothem Feldspath und ungewöhnlich vielem Quarz; die Schieferbildung auf der andern Seite besteht aus Feldspath, Quarz, Hornblende und sehr wenig Glimmer in feinkörniger Zusammensetzung, deren Schieferstructur sich im Profile durch eine gestreifte bandförmige Zeichnung zu erkennen giebt *). So wie sich die zusammentreffenden

*) Niemand kann mehr als ich selbst das Mangelhafte in dieser Beschreibung der Verhältnisse um *Sätre* und zumal in der Charakteristik der Gesteine fühlen. Als ich an Ort und Stelle war, war meine Zeit so beschränkt, und ich selbst von den entdeckten Erscheinungen so überrascht, dafs ich mir eine zweite Reise dahin vornahm; ein Entschluss, an dessen Ausführung ich später verhindert wurde. *A. d. V.*

Gesteine von der Berührungsfläche entfernen, bilden sie sich mehr und mehr nach dem Typus aus, welcher in ihren respectiven Gebieten der herrschende ist.

Zwischen diesem Puncte und dem Wege von *Sätre* nach *Stättet* kann man ohne Schwierigkeit die Contactlinie verfolgen. Geht man einige wenige Schritte östlich von dem Puncte, wo die Gränze über den genannten Weg setzt, in den Wald hinein, so findet man ganz gewöhnlichen Gneus in Berührung mit dem Granite, der seinerseits ebenfalls so ist, wie er am häufigsten in seinem Terrain vorkommt. Hier bemerkt man keine Spur von gegenseitiger Annäherung zu einer Aehnlichkeit zwischen den zusammentreffenden Massen, indem beider Eigenthümlichkeit bis zu der Fläche erhalten ist, in welcher die Berührung vor sich geht. Allein hier zeigt diese Fläche gar keine Uebereinstimmung mit der Parallelstructur des Gneuses; sie erscheint wellenförmig gebogen, zum Theil in scharfe Ecken gebrochen, und in den mannichfaltigsten Richtungen verlaufend; inzwischen ist es wahrscheinlich, dass sich doch sowohl dem Streichen als Fallen nach eine gewisse mittlere Hauptrichtung erhält. Im Kleinen sieht man den Gneus hier und da gleichsam über den Granit hervortreten, doch findet das Gegentheil noch häufiger Statt.

Nördlich von *Sätre*, um *Aarhuus* scheint das Verhältniss zwischen Gneus und Granit von noch andrer Beschaffenheit zu seyn. Innerhalb eines nicht ganz unbedeutenden Raumes, auf dessen südlicher Seite sich der Granit befindet, während die Nordseite an den Gneus stösst, kommt eine porphyrartige Bildung vor,

deren Grundmasse hornsteinartig, grau und mit Streifen versehen ist, welche theils in das Röthliche, theils in das Schwarze ziehen; sie gleicht ganz gewissen dichten Massen in der Gneusformation, welche durch ein Zusammensinken von Feldspath, Quarz, Glimmer und Hornblende zu einem innigen dichten Gemenge entstehen, wobei die beiden ersten Elemente einen Hornstein bilden, welcher durch die beiden letzteren mit dunklen Streifen und Bändern nüancirt wird. In jener Grundmasse sind rauchgraue, klare Quarzkörner, seltener kleine röthlichgraue Feldspathkrystalle porphyrartig vertheilt, und es entsteht eine Felsart, die mit eben so viel Grund dem Gneuse wie dem Granite zugezählt werden kann. Sollte sie also wohl mit gleichem Rechte *beiden* angehören? Der Umstand, dass es nicht glücken wollte, bestimmtere Gränzen in ihrem Umfange zu entdecken, giebt in der That Veranlassung, diesen Porphyr als eine intermediäre Bildung zwischen den beiden Formationen anzusehen, zwischen welche sie räumlich eingeschoben ist.

Es mag etwa ½ Meile nordwestlich von *Aarhuus* seyn, dass die Gneusgränze verschwindet, und der Granit mit Kalk und Thonschiefer in Berührung kommt. In dieser Gränzlinie lassen sich folgende Puncte angeben: *Grodalen* in *Rögen*; der Fuss von *Varaasen* in *Asker* auf der Seite des Berges, die nach *Christiania* gekehrt ist; *Gjellebek* und der *Paradiesberg*; der Hof *Hörte* und *Hörtekollen*. Die letztgenannten Orte haben uns Thatsachen geliefert, zufolge welchen wir die Verhältnisse des Terrains zum Kalk und Thonschiefer in *Rögen*, *Asker* und *Lier* für ganz ana-

leg mit jenen in *Sande*, *Skouge* und *Eger* erklären können.

Drammens Porphyrterrain wird in Osten, Süden und Westen, so wie vielleicht auch in Norden vom Granit des *Dramsfjordes* eingeschlossen. Wenn es nicht als diesem untergeordnet betrachtet werden kann, so würde es in *eine* Klasse mit *Holmestrands* und *Tönsbergs* Porphyrgebiet zu stellen seyn, dessen Gesteine hier wenigstens zum Theil wieder auftreten, und dessen Verhältnisse zum Granit durch Uebergänge und Ineinandergreifen uns schon die Regel enthüllten, welcher auch *Drammens* Porphyr unterworfen ist. Das Terrain ist nur wenig untersucht, und scheint auch keine eigenthümliche Merkwürdigkeit zu besitzen.

Christianias, Liers, Ringeriges und Hadelands Kalk- und Thonschiefer-Terrain. Das Schichtensystem von Orthokeratitkalk und Thonschiefer, welches westlich von *Dramsfjordens* Granit so wie am *Langesundsfjorde* auftritt, wiederholt sich im Bassin von *Christiania*, und breitet sich durch *Asker* und *Lier* über die fruchtbaren Gefilde von *Ringerige* und *Hadeland* aus. So bildet es ein Terrain, welches von Gneus, von zwei Granitgebieten und von Porphyr eingeschlossen wird.

Der *graue dichte Versteinerungskalk* ist in diesem Districte zugleich mit schwarzem milden Thonschiefer vorherrschend, indem sich beide Gesteine in Parallelmassen von sehr verschiedener Mächtigkeit gegenseitig umschliessen. Zum Theil tritt auch der

Kalk im ellipsoidischen Massen zwischen den Thonschieferschichten auf, in welchem Falle statt ununterbrochner Kalkschichten analog geordnete Systeme von flachen Sphäroiden erscheinen. Uebrigens sind beide Gesteine nicht immer vollkommen rein und ausgesondert, so daſs sich durch ihre verschiedenen Vermengungen Uebergangsreihen zwischen beiden ausbilden.

Sandstein ist als letztes Glied in der Schichtenfolge jedesmal da vorhanden, *wo dieselbe an Porphyr gränzt.* Die herrschende Varietät besteht aus feinen Quarzkörnern mit einem thonigen grauen oder schmuziggelben Bindemittel; in Bezug auf die Gröſse des Kornes giebt es Reihen von Varietäten, in welchen dieselbe einerseits dergestalt zunimmt, daſs eine conglomeratartige Structur zum Vorscheine kommt, andrerseits wiederum so abnimmt, daſs die Extreme entweder eine braunrothe, dickschiefrige, homogene Thonsteinmasse von unebenem, fast erdigem Bruche, oder einen rothen, dünnblättrigen, milden Schiefer darstellen, in welchem feine weiſse Glimmerblättchen selten fehlen. Diese letztere Varietät bildet den Uebergang in Thonschiefer, und liegt zu unterst zugleich mit den übrigen Varietäten; darauf folgt der feinkörnige und zu oberst der conglomeratartige Sandstein. So viel bekannt, sind noch keine Versteinerungen in diesem Sandsteine entdeckt worden.

Ferner kommen in dem Terrain vor:

a) *Salinischer Kalk oder Marmor*, dessen Vorkommen bei *Gjellebeck* und auf *Vettakollen* schon im Vorhergehenden angegeben wurde; er soll am mächtigsten in *Jernagers* Kirchspiel auf *Hadeland* seyn.

b) *Alaunschiefer*, zumal bei *Christiania* und Zeichenschiefer auf *Hadeland*.

c) *Harte Schiefer* von grünen, braunen, grauen und weissen Farben, aus abwechselnd vorherrschendem Kalk, Thon und Kiesel bestehend (Kopit, Kieselschiefer, derber dichter Granat). Sie sind Uebergangsbildungen aus dem gewöhnlichen Kalk und Thonschiefer, und erscheinen an der Granitgränze.

d) *Unregelmässige Erzmassen* von Magneteisenstein, Kupferkies, Eisenkies und Bleiglanz. Sie treten in Gesellschaft des körnigen Kalksteines und Granates an der Granitgränze auf.

e) *Quarzfeldstein und Porphyre* mit quarzartiger und feldsteinartiger Grundmasse (Hornsteine, und Hornsteinporphyre). Diese untergeordneten Kieselbildungen machen eine ganze Familie aus, welche theils lagerartig theils unregelmässig massig in das Parallelsystem des Kalkes und Thonschiefers eingreift. — Auf dem *Egeberg* bei *Christiania* kommt ein ochriger Quarzfels vor, durch welchen der Contact zwischen Gneus und dem Kalk-Thonschiefer vermittelt zu seyn scheint. Ganz nahe an der Gneusgränze erkennt man dasselbe Quarzgestein in einer etwas unvollkommenen Lagerform innerhalb des Thonschiefers; hier beginnt es einzelne ochergelbe Feldspathkrystalle von quadratischen oder rectangulären Querschnitten aufzunehmen. Es entwickelt sich ein Porphyr, welcher bei häufigeren Wiederholungen in grösserer Entfernung von der Gränze allmälig vom Ochergehalt befreit wird, aber dafür in seine quarzige Grundmasse gewöhnlich Feldstein aufnimmt. Es scheint eine Regel zu seyn, dass die Erstreckungsformen des Porphyrs um so mehr

von der Regelmäſsigkeit der Parallelmaſſen abweichen, je mächtiger ſie ſind, und daſs die geringere Mächtigkeit, welche die regelmäſsige Lagerform geſtattet, den Verluſt der Porphyr-Structur zur Folge hat; denn dann verſchwinden die Feldſpathkryſtalle, und das Ganze wird ein homogener fleiſchrother, quarziger Feldſtein. Eigenthümlich für dieſe Bildungen ſcheint ihre Unzugänglichkeit für Hornblende; in den wenigen Fällen, da ſie ſich einzudrängen vermochte, ſieht man eine kleinkörnige granitiſche Concretion von ſchwarzer Hornblende und bleich röthlichweiſsen Feldſpath, welche an die Verknüpfungen dieſes Terrains mit dem Syenit erinnert.

f) *Porphyr mit rhomboidal-prismatiſchen Feldſpathkryſtallen* in einer bald dichten, bald kryſtalliniſch feinkörnigen Grundmaſſe, (Rhombenporphyr v. Buch), in welchem letzteren Falle man Hornblende und Feldſpath, auch Quarz, Glimmer und Magneteiſenſtein, als deren Gemengtheile, erkennt. Beim Uebergange ins Dichte wird ſie dunkel ſchwarzgrau, graulichſchwarz, braunlichſchwarz, baſaltiſch, kann aber auch zuweilen Thon aufnehmen und ſich den Thonſchiefer- und Kalk-Bildungen annähern, ſo daſs die Gränze zwiſchen dieſen und dem Porphyr aufgehoben wird. Die Form der Feldſpathkryſtalle, und die Rolle, welche Hornblende und Glimmer, oder auch, wenn man ſo will, der Thon in der Grundmaſſe ſpielen, bezeichnet ſchon dieſen Rhombenporphyr als ein von den ſo eben erwähnten Hornſteinporphyren ſehr abweichendes Gebilde. Allein der Unterſchied geht noch weiter, denn während dieſe letzteren der Schich-

tenform des Kalkes und Thonſchiefers nicht ganz widerſtreben, kommt jener in Maſſen vor, deren Lage und Erſtreckungsformen jeden Gedanken an eine Conformität mit der herrſchenden Parallelſtructur des Terrains entfernen. Er bildet nämlich ſporadiſche Partieen, von einer wenig regelmäſsigen, gewöhnlich langgeſtreckten Form, welche theils das Ausgehende der Parallelmaſſen des Thonſchiefers und Kalkes bedecken, theils gangartig in dieſelben eindringen. Man kann ſagen, daſs der Rhombenporphyr Neigung zur Gangbildung habe, aber die reine Darſtellung dieſer Form nicht zu Wege bringe. In der Nähe von Chriſtiania hat man Gelegenheit, zu beobachten, wie der eigenthümliche Porphyrhabitus verloren geht, ſobald dieſe Bildung einen Raum innerhalb zwei ebener ſeigerer Flächen erfüllt, welche das herrſchende Schichtenſyſtem durchſchneiden. Meiſtentheils durchdringen ſich Kalk und Thonſchiefer im Contacte mit dem Rhombenporphyr, und bilden eine homogene, harte, dickſchiefrige Maſſe; der Contact ſelbſt erfolgt am häufigſten mit ſcharfer Demarcation, jedoch auch nicht ſelten mit raſchem Uebergange der Maſſen, indem die zuſammentreffenden Bildungen in einander verfließsen.

g) *Grünſteingänge.* Unter Winkeln, die nicht viel von 90° abweichen, werden der Kalk und der Thonſchiefer von einer Menge ſeigerer, von 1 Decimeter bis mehrere Meter mächtiger Gänge durchſetzt, deren Maſſe entweder ein wirklicher, aus Hornblende und Feldſtein beſtehender, Grünſtein iſt, oder ſich doch durch Uebergänge genau an dergleichen Bildungen anſchlieſst. Die mächtigſten Gänge der Art um *Chri-*

ſtiania beſtehen aus einer grobkörnigen, theils rein granitiſchen, theils porphyrartigen Concretion von grünlichweiſsem, parallelepipediſchem Feldſpath und Hornblende. In den ſchmalſten Gängen ſind die Gemengtheile nicht zu unterſcheiden, und die Maſſe erſcheint dicht, grünlich ſchwarz, baſaltiſch. Auf *Hadeland* ſind dieſelben Gänge oft porphyrartig durch eingewachſene ſchwarze Hornblendkryſtalle. Das nächſt verwandte Glied dieſer Gangbildungen iſt der Rhombenporphyr, aus welchem ſich da, wo er die regelmäſsigere Erſtreckungsform, wie ſie Gängen zukommt, annehmen will, die Rhomben entfernen, und parallelepipediſche Feldſpathkryſtalle erſt porphyrartig, und dann in mehr gleichförmig körniger Zuſammenſetzung entwickeln. So geſchieht es denn auch, daſs die Grünſteingänge, wenn ſie in ihrem Verlauf durch den Kalk-Thonſchiefer auf zerſtreute Maſſen des Rhombenporphyrs ſtoſsen, von ihnen aufgenommen werden und verſchwinden. Doch kommt auch der Fall vor, daſs ſie unverändert durch den Porphyr durchſetzen, und alſo deutlich genug die Forderung ausſprechen, in eine beſondere Klaſſe geſtellt zu werden.

h) Sölvsbergs granitiſche Bildung, und eine ähnliche Concretion von grobkörniger Hornblende auf *Brambokampen*, müſſen endlich auch in dieſer Liſte aufgezählt werden.

Von den Thatſachen, welche die Begränzung, die Contacts- und Lagerungs-Verhältniſſe des Terrains, ſo wie das Einſchieſsen betreffen, haben wir zuerſt diejenigen aufgezeichnet, welche dem zunächſt um *Chriſtiania* gelegenen Theile eigenthümlich ſind.

Dieser Theil wird in Süden und Osten von Gneus und Glimmerschiefer, in Norden und Nordwesten von granitischen Gesteinen begränzt. Von Süden zieht sich die Gränze zwischen *Näsoddens* Festland, welches aus Glimmerschiefer besteht, und den Inseln *Skjäreggen* und *Ildjernet*, welche dem Versteinerungskalke angehören, herauf; von *Näsoddens* spitzem Vorgebirge biegt sie sich nach Osten, aussen um die Inseln des *Bonnefjordes*, steigt bei *Bokkelaget* auf das Festland, wird weiter beim Alaunwerke sichtbar, und läuft vom *Egeberg* nordöstlich bis zum *Gjelleraasen*, indem sie der linken Thalseite der *Loe* folgt.

Wiewohl nun diese Linie das Kalk- und Thonschiefer-Terrain einerseits, und das Gneusterrain andrerseits bestimmt, so lassen sich doch Bildungen sowohl von diesem als von jenem wechselsweis in den gegenseitigen Gebieten nachweisen. So findet man z. B. unter *Agerhuus Schloss* zwischen *Pebervigen* und dem sogenannten *Torskeberg* Gneus und Glimmerschiefer anstehend; ein Punkt, welcher für die Beurtheilung der Contactsverhältnisse von grosser Wichtigkeit ist. Man sieht Rhombenporphyr in Contact mit Gneus, und zwar so, dass die Porphyrmasse, wenigstens in einer Gegend der Berührung, das Ansehen hat, als verhielte sie sich wie ein ganz *unabhängig Aufliegendes*. Ferner kömmt Thonschiefer mit einer grauwackähnlichen, aus Quarz, Feldspath und schwarzem, mattem Glimmer bestehenden Concretion, welche dem Gneus oder Glimmerschiefer anzugehören scheint, in Berührung; die beiden letztgenannten Gesteine stehen dicht dabei mit einem Einschiessen an, welches nicht dem des Thonschiefers, sondern jenem des Gneuses vom

Egeberg entspricht. Am *Torskeberge* scheinen die sehr kurzen, fast seigern Thonschieferblätter gleichsam festgewachsen auf der feldspathhaltigen Quarzconcretion, während sie sich weiter hin nach *Pebervigen* stark davon ablösen; die Demarcationsfläche ist fast vertical, und der Schiefer, dessen Parallelstructur hier sehr eben ist, fällt zugleich mit eingeschlossenen Hornsteinlagen etwa unter 40° von der Quarzconcretion weg. Viel Eisenkies ist sowohl dem Thonschiefer (oder Alaunschiefer) als dem grauwackartigen Gesteine beigemengt. Wenig Meter seitwärts davon setzt ein Grünsteingang von etwa 2 Meter Mächtigkeit und 50° Fallen im Gneuse auf. Sein Hangendes ist, so weit es über dem Fjorde anstehend war, weggerissen, so dass man Gelegenheit hat, einen grossen Theil der Seitenwand des Ganges entblösst zu sehen; man bemerkt einzelne Gneuspartieen, welche mit dem Grünsteine mittels einer dünnen Zwischenmasse verwachsen sind, die ganz *thonschieferartig* ist. Diese eingewachsenen Stücke sind weder scharfkantig, noch so abgerundet, dass man sie für Rollsteine halten könnte. Ihre Masse ist identisch mit dem Nebengesteine des Ganges, aus Quarz, Feldspath und Glimmer in dem schwankenden Verhältniss zusammengesetzt, wie es der Gneus oft im Contacte mit dieser fremden Formation bemerken lässt.

Die nackten Felsen des *Egeberges* scheinen ganz vorzüglich zur Aufklärung der Verhältnisse des Kalkthonschiefers zum Gneuse geeignet zu seyn. Indess hat es noch nie glücken wollen, daselbst einen ganz zuverlässigen Demarcationspunct in der eigentlichen Gränzlinie zu entdecken; vielleicht ist der oben erwähnte, ochergelbe Quarz Ursache, dass keine vollkom-

mene Separation Statt findet. Jenseit der Gränzlinie dagegen, mitten im Gneusterrain liegt ein eben so wichtiges als deutliches Factum vor Augen. Ungefähr mitten zwischen der *Ryenvarde* (auf dem höchsten Puncte des *Egeberges*) und der Poststrasse, da, wo sie ihren höchsten Punct auf dem Rücken des Berges erreicht, kommt eine Masse von sehr ausgezeichnetem Rhombenporphyr mitten in einem charakteristischem, feinflasrigem Gneuse vor. Ihre Breite schwankt um 10 Meter; ihre Länge, die nur zum Theil bekannt ist, beträgt wenigstens ⅛ Meile; sie streicht hor. 10,4 und fällt etwa 80° in W. Dieselbe Neigung haben die angränzenden Gneus-Parallelen, welche hor. 11 streichen. Die Seitenflächen des Porphyrs sind theils parallel mit den Structurebenen des Gneuses, theils schneiden sie dieselben. Die Divergenz ist im letzteren Falle wahrscheinlich in der Abneigung der Porphyrmasse gegen alle Schieferstructur begründet; denn wiewohl das Einschiessen übereinstimmend, und das Streichen im Ganzen nur wenig abweichend ist, so bildet doch der Porphyr Buchten und Vorsprünge, welchen die Gneusparallelen nur zufälligerweise zu entsprechen scheinen. Man wird sich dieses Verhältniss am deutlichsten mit Hülfe des Grundrisses Tab. V Fig. 6 vorstellen können, in welchem *a* Gneus und *b* Porphyr bedeutet *). Man sieht, wie der letztere hier mit einem mächtigen Keile in den Gneus dringt, und dort sich wieder zusammenschliesst, und einen bedeutenden Theil seines Neben-

*) Diese Figur macht keinen Anspruch darauf, eine vollkommene Copie ihres Gegenstandes zu seyn; indess ist sie doch mehr als eine blos ideale Darstellung, und entspricht dem südlichen oder vileleicht mittleren Stücke der Porphyrmasse.

gesteines isolirt. Im Kleinen, oder in der eigentlichen Region des Contactes ist die Combination da, wo die Berührungsfläche die grösten Unebenheiten zeigt, noch verwickelter; bald gleicht sie einem Conglomerate, bald jenen Verflechtungen, von welchen im Vorhergehenden wiederholte Beispiele zwischen den Granit- und den Kalkgebilden angeführt worden sind; denn ganz auf dieselbe Art erscheinen auch hier kleine Porphyrpartieen seitwärts ausgetrieben, im Gneuse eingewachsen und zersplittert. In der Berührungsregion ist die Grundmasse des Porphyrs schwarzbraun, dicht, von einem theils muschligen, theils splittrigen Bruche; weiter ab davon stellt sie einen feinkörnigen, grauen Syenit dar, in welchem sich kleine zahlreiche Feldspathkrystalle von den übrigen, nur unter der Loupe bestimmbaren, Gemengtheilen erkennen lassen. Die grofsen rhombischen Feldspathkrystalle sind in der dichten Grundmasse etwas kürzer und stumpfeckiger, als in der syenitischen. Im Gneuse endlich macht sich nicht die geringste Veränderung durch die Nachbarschaft der heterogenen Masse kenntlich; nur ist er innig mit dem Porphyr verwachsen.

Dieses ausgezeichnete Factum steht nicht allein da; *Näsoddens* Landspitze hat ein ähnliches aufzuweisen. Der daselbst 40°—50° in N hor. 4½ einschiefsende Glimmerschiefer umschliefst eine Masse von Rhombenporphyr, deren gegenseitig parallele Begränzungsflächen etwa 80° in W hor. 9 einschiefsen, und demnach die Schieferparallelen unter einem Horizontal-Winkel von ungefähr 60° schneiden. Die Mächtigkeit der Porphyrmasse innerhalb dieser, etwas gebogenen Flächen beträgt bis 12 Meter; die Länge läfst

ſich nicht angeben, weil der Fjord die Beobachtung auf einen ganz kleinen Raum beſchränkt, innerhalb welchem ſich die gangförmige Maſſe kaum 100 Meter weit erſtreckt. Der Porphyr und Glimmerſchiefer berühren einander nicht unmittelbar, ſondern ſind zu beiden Seiten durch eine ununterbrochen fortlaufende 4—5 Decimeter mächtige Zone (gleichſam ein Beſteg) von Grünſtein getrennt, welcher vom Glimmerſchiefer jederzeit ſtark abgeſondert, mit dem Porphyr dagegen ſtellenweis verſchmolzen iſt. Die Schieferparallelen werden vom Grünſtein abgeſchnitten, ohne nur im Geringſten in ihrer Lage geſtört, oder in Hinſicht ihrer Zuſammenſetzung oder der Beſchaffenheit ihrer Gemengtheile verändert zu ſeyn. Wenn gleich man wegen des Fjordes dieſen Rhombenporphyr mit ſeinem Grünſtein in das Terrain des Kalkes und Thonſchiefers nicht fortſetzen ſieht, ſo kann doch nichts gewiſſer ſeyn, als daſs er identiſch mit den Maſſen iſt, welche etwa ½ Meile weiter nach Norden die verſteinerungshaltigen Felsarten von *Ladegaardsöe* und *Nokholmen* theils bedecken, theils in dieſelben eindringen.

Mehr zuverläſſige Data über die Gneusgränze ſind nicht vorhanden. Am *Gjelleraasen* beginnt zunächſt der Contact des Kalk- und Thonſchiefer-Terrains mit dem Granitgebiet. Die Gränzlinie geht weſtlich hinab unter *Romsaas*, ſchneidet den Poſtweg etwas unterhalb *Grorud*, macht einige Biegungen zwiſchen dem *Alunsöe* und *Rödtved*, ſteigt über die ſüdlichen Abſätze des *Greſsenaasen*, paſſirt die *Agerselv* zwiſchen *Brekke* und *Nygaardsdalen*, und ſtreicht über den Fuſs des *Vettakollen* und *Fragneraasen*, wo ſie

mehrere Male vom Waldwege nach *Bogstad* geschnitten wird.

Wo diese Gränze endlich aufhöre, indem sie nämlich von Porphyr abgeschnitten wird, ist nicht genau bekannt; es scheint aber an einem Puncte zwischen *Bogstad* und *Haslum's* Kirche eintreffen zu müssen.

Die Contactsverhältnisse sind in mehreren Strichen der Gränze wahrzunehmen. Oberhalb *Rödtved* schiessen die grünen und braunen kieselreichen Schiefer 80° — 90° gegen das Granit-Terrain ein, haben jedoch auch stellenweis das entgegengesetzte Fallen; sie sind von granitischen Adern und Klüften durchwachsen, welche von der grossen anstossenden Syenitmasse auslaufen. Bei der Berührung geschieht es, dass der Syenit sehr feinkörnig wird, und eine so grosse Menge von Glimmer aufnimmt, dass eine durch Streifen bezeichnete gneusartige Structur entsteht. Auf *Gressenaasen* bildet der untergeordnete Quarzfeldstein, welcher dem Thonschiefer- und Kalk-Terrain angehört, ein Verbindungsglied gegen den Syenit, indem er das Schichtensystem der harten Schiefer beschliesst, und dabei in Feldspathporphyr, porphyrartigen Syenit und zuletzt in eine vollkommen granitische Concretion übergeht. Die Parallelmassen senken sich gegen das Granit-Terrain, und die letzte derselben hat 60° — 70° Neigung. Hier ist also der Syenit von einem Versteinerungsterrain wirklich unterstüzt; eine Erscheinung, welche vielleicht darin ihren Grund hat, dass die Granitconcretion die harten Schiefer nicht unmittelbar berührt, sondern dass Porphyr den Raum zwischen beiden erfüllt, in welchem ausserdem das Einschiessen der Schiefer bis zur seigeren Stellung zu-

genommen haben würde. Die letzte, hornsteinartige Parallelmasse hat nämlich Porphyr zum Hangenden, und mit diesem verschwindet weiterhin alle Spur von Schichtenbildung *).

In der Tiefe von *Christianias* Bassin kommen der Kalk und Thonschiefer nicht selten mit gebogenen und nach verschiedenen Weltgegenden unter verschiedenen Winkeln fallenden Parallelmassen vor. Weiter aufwärts, und entfernter vom Fjorde tritt eine größsere Regelmäſsigkeit und namentlich eine bestimmte Regel des Einschieſsens ein, zufolge welcher die Parallelmassen beständig nach Nordwest, d. h. der Granitgränze zu- und von der Gneusgränze wegfallen.

Von dem Theile des Terrains, welcher *Christiania* zunächst umgiebt, setzen der Kalk-Thonschiefer und die ihm untergeordneten Bildungen, wie bereits oben erwähnt wurde, durch *Askers* und *Liers* Kirchspiele nach dem *Holsfjorde* hinauf. In diesen Gegenden wird die Gränze von Porphyr und Granit

*) Auſser *Grefsenaasen* habe ich nur noch einen einzigen Punct gesehen, an welchem die gegen das Granitterrain einschieſsenden Parallelmassen des Versteinerungskalkes in der Berührung mit dem Granite oder Syenite *nicht* seiger werden. Es ist der oben in der zweiten Abhandlung erwähnte Punct am *Eidangerfjorde*, welcher zum Theil der idealen Darstellung Fig. 4 tab. V zu Grunde liegt. Wenn man indeſs hier den Syenit unmittelbar auf eine Schicht von 60° Neigung folgen sieht, so darf man dabei nicht vergessen, daſs noch einige Spuren von den Bildungen des Kalkterrains weiterhin im Hangenden dieser Schicht vorkommen, und daſs folglich dieses Hangende nicht ganz ausschlieſsend dem Granitterrain angehört.

gebildet. Die Porphyrgränze ist eine Fortsetzung der Linie, welche von *Gjelleraasen* bis in die Gegend um *Bogstad* angegeben wurde; sie wird in der Nähe von *Haslum's* Kirche von der Poststraße geschnitten, wendet sich gegen Süden und Südwesten und zeigt sich in den östlichen steilen Abhängen des *Kjölaasen* und *Skovumsjeldes*, schwingt sich um den *Kroftkollen* in *Lier*, geht gegen Norden hinauf zum *Holsfjorde* und senkt sich unter das östliche Ufer dieses Sees. Die Granitgränze ist dieselbe Linie, welche wir bei *Hörte* und am *Paradiesberge* gesehen haben. Von *Hörte* nach dem *Vardaasen* in *Asker* läuft sie ungefähr parallel mit der Porphyrgränze, so daſs ein bogenförmiger Raum von einer halben Meile Breite und beinahe 3 Meilen Länge für das zwischenliegende Terrain übrig bleibt. In dem übrigen Theile von *Asker* erhält dasselbe einen ausgedehnteren Raum, und behauptet dort ein Areal, welches in Verbindung mit dem Antheile des *Christiania-Thales* ungefähr 3 Quadratmeilen beträgt.

Daſs der Porphyr die Granitgränze des *Christiania-Bassins* fortsetzt, und daſs der Granit auf der entgegengesetzten Seite auftritt, hat Veränderungen zur Folge, welche die gröſste Aufmerksamkeit verdienen. Bevor der Porphyr an die Stelle des Granites (oder Syenites) in jener Gränzlinie tritt, wird das Schichtensystem des Kalkthonschiefers von den harten Schiefern in Begleitung von Marmor (Granat und Erzen) beschlossen, und man gewahrt an der Gränze einen Conflict, welcher nichts mit dem Contact zwischen einem Lager und dessen Liegendem gemein hat. Sobald dagegen der Porphyr in die Demarcationslinie

eintritt, verschwinden die harten Schiefer und *Sandstein* beschliesst das Schichtensystem als drittes mächtiges Hauptglied desselben. Früher war die Lage der Parallelmassen so bestimmt, dass das nach der Gränze zu gerichtete Einschiessen in der Berührung bis zur seigern Stellung zunahm; jetzt dagegen vermindert sich der Neigungswinkel eher als er wächst; der Sandstein schiesst mit 20 — 10, ja oft mit noch weniger Graden Neigung unter das Porphyrterrain ein, und dieses verhält sich im Contacte ganz und gar wie ein Lager. Und endlich treten die vom Porphyr aus dem Hangenden des Schichtensystemes verdrängten und durch Sandstein ersetzten harten Schiefer zugleich mit Marmor, Granat und Erzen sogleich im *Liegenden* des Schichtensystemes auf, sobald dasselbe dort mit dem Granit in Contact kommt. Mit diesem wiederholt sich bei wegfallendem Schichtensystem und ohne seigere Aufrichtung der zunächst berührenden Schichten derselbe Conflict, wie vorher mit dem Hangendem; ein Conflict, von welchem die Plattform des *Paradiesberges* und *Hörtekollen* ausgezeichnete Beispiele geliefert haben.

Weil sich das Einschiessen immer nach der Porphyrgränze richtet, indem es jederzeit rechtwinklig gegen dieselbe ist, so folgt, dass die Streichungslinien dieselbe bogenförmige Biegung darstellen müssen, welche das ganze Terrain in *Asker* und *Lier* zeigt. Nur da, wo sich der Porphyr dem Granite gerade gegenüber befindet, was auf der nördlichen und östlichen Seite von *Vardaasen* der Fall ist, vermag der Granit das Einschiessen wiederum gegen sich zu wenden. Bei diesem Bestreben, bei dieser successiven Umbiegung

und Abweichung der Granitgränze von ihrem früheren Parallelismus mit der Porphyrgränze sieht man die harten Schiefer in ganz *horizontalen* Parallelmassen; eine Lage, durch welche der Uebergang aus dem Einschiessen vom Granite weg in das widersinnige nach dem Granite zu vermittelt wird. Man vergleiche hiermit die geognostische Karte, auf welcher *Vardaasen* in *Asker* derjenige Theil vom Granitterrain des *Dramsfjordes* ist, welcher am meisten gegen *Christiania* hervorspringt.

Die angeführten Erscheinungen vernichten gänzlich die Gründe, zufolge welcher das Wegfallen der Parallelmassen das Aufliegen des Kalk-Thonschiefer-Terrains auf dem Granite, und ihr Zufallen das Unterliegen desselben unter letzterem beweisen soll.

Wir verfügen uns zu dem letzten Theile des Terrains, welcher zu *Ringerige* und *Hadeland* gehört, und von folgenden Gesteinen begränzt wird:

1) Von demselben Porphyre, welcher sich in den *Holsfjord* senkte; von hier steigt die Gränzlinie bald wieder aufwärts, läuft in einer Höhe von 300 bis 400 Meter über den Fjordspiegel, und setzt vom oberen Ende des *Steensfjordes* durch unwegsame Waldstrekken nach Norden bis in *Jernagers* Kirchspiel auf *Hadeland* fort.

2) Von granitischen Bildungen in *Jernager;* die Gränzlinie ist eine Fortsetzung der vorigen, wird von dem *Hakedaler* Postwege zwischen *Harestuen* und *Hagerstad* geschnitten, ist aber sonst noch nicht erforscht.

3) Von Gneus, welcher das Terrain in Nordosten und Westen umgiebt; im Thale östlich unterhalb

Overdal an der *Rögenselv*, zwischen *Brambokampen* und *Smedshammer*, so wie zwischen dem südlichen Ende des *Randsfjordes* und dem Gehöfte *Moe* in *Jernager* liegen bekannte Punkte dieser Gränze; sie wird von den Sandmooren (*Sandmoer*) der *Viulelv* unterhalb des *Hönefoss* bedeckt, und sinkt darauf in den *Tyrifjord.*

Ringeriges und *Hadelands* Areal beträgt, so weit dasselbe aus Kalk, Thonschiefer und Sandstein besteht, ungefähr 8 Quadratmeilen. Das Einschiessen ist in der südlichen Hälfte südöstlich, also vom Gneuse weg und dem Porphyr zu gerichtet, in der nördlichen Hälfte, welche in Westen, Norden und Osten von Gneus eingeschlossen wird, nordwestlich. Da die Gränzen so wenig untersucht sind, so lassen sich keine speciellen Data in Bezug auf Contacts- und Positions-Verhältnisse angeben. Wir nehmen an, dass sie dieselben sind, welche in den übrigen Theilen des Districtes Statt finden.

Krogskovens Porphyrterrain. In Westen und Süden, so wie zum Theil auch in Osten und Norden, wird seine Erstreckung vom Sandsteine in *Asker*, *Eger* und auf *Ringerige* bestimmt; ausserdem wird es von dem Granit-Terrain oberhalb *Christiania* und namentlich in einer Linie begränzt, deren ungefährer Verlauf in der Nähe von *Bogstad* beginnt, von wo sie in *Maridalens* hohe Berggegenden eindringt, und vom *Mellemkollen* aus mit nordwestlicher Richtung nach *Jernagers* Kirchspiel gelangt. Die grösste Länge des Terrains ist ungefähr 6, die Breite 2—3 Meilen, das Areal etwa 10 Quadratmeilen.

Der herrschende Porphyr sowohl als seine verschiedenen Modificationen und Uebergänge gleichen vollkommen den Gesteinen in *Tönsbergs* und *Holmestrands* District. Man sieht Rhombenporphyre, Nadelporphyre, Uebergänge in Mandelsteine, endlich auch thonsteinartige Gebilde und solche fast erdige eisenhaltige Massen, welche von gewissen Modificationen des rothen quarzarmen Sandsteines nicht sehr verschieden zu seyn scheinen. Auf *Gyrihougen*, dem höchsten Puncte des Terrains (600 bis 700 Meter), ist des Porphyrs Grundmasse granitisch feinkörnig, während die Feldspathrhomben röthlichgrau und glasartig (*glasagtig*) mit schwachem labradorischen Farbenspiele erscheinen.

Ausser den genannten Bildungen kommt noch Grünstein im Porphyrterrain vor; er bildet seigere Gänge von verschiedener Mächtigkeit, und zeichnet sich hier und da vor dem im Kalk-Thonschiefer auftretenden Grünsteine durch eine gewisse Porosität aus, welche nicht von Blasenräumen, sondern von einer lockern, und anscheinend wenig in einander passenden Combination seiner Krystalle herrührt. Der sogenannte *Mörkgang* *) unter dem *Gyrihougen* ist eine klaffende seigere Kluft im Porphyr von etwa 4 Meter Mächtigkeit, deren Sohle von dergleichen porösem Grünstein gebildet wird, welcher gangförmig aus dem den Porphyr unterteufenden, sehr grobkörnigen Sandsteine aufsteigt.

Die Lagerungsverhältnisse des Terrains scheinen auf den ersten Blick ohne Schwierigkeit bestimmt wer-

*) Zu Deutsch: *finstre Gang.* A. d. Ueb.

den zu können. Man sieht von drei Seiten her die Sandsteinschichten unter den Porphyr einschiessen, sieht, wie dieser letztere überall längs der an den genannten drei Orten vollkommen entblösten Contactslinie auf der obersten Sandsteinschicht wie ein Lager auf seinem Liegenden ruht, und es kann, so weit die Beobachtung reicht, gewiss nichts dem Schlusse entgegenstehen, dass der Sandstein die Basis des Terrains bildet, so dass die Oberfläche seiner obersten Parallelmasse als Auflagerungsfläche dient. Allein, ein so grosses Sandstein-Ganzes, eine solche muldenförmige Gestaltung der Parallelmassen, wie sie die convergirenden Richtungen des Einschiessens voraussetzen würden, wäre bis jetzt in dieser Formation ohne Beispiel. Im Gegentheil hat die Gegend bei *Holmestrand* gezeigt, dass sich der Sandstein keinesweges beharrlich in der Eigenschaft einer Basis wie das Liegende eines Lagers zu behaupten vermag; der Porphyr verhält sich ebendaselbst nicht selten *übergreifend*, ja, er dringt sogar *gangförmig* in den Sandstein ein. Diese Betrachtungen haben wenigstens den Erfolg, dass man es kaum wagt, aus der *äussern* Beschaffenheit des peripherischen Contactes den Schluss zu ziehen, er müsse auf gleiche Weise in den innern Theilen des Terrains Statt finden. Zieht man nun ferner in Erwägung, dass das Auftreten des Sandsteines vielleicht nur ein an das Zusammentreffen des Porphyrs mit dem Kalk-Thonschiefer-Terrain gebundenes Phänomen sey, und dass sich gerade derselbe Porphyr unmittelbar und innig mit der Gneusformation verbunden zeigte *), so

*) Am *Egeberg* und an *Näscdden*. A. d. V.

bleibt es in der That sehr zweifelhaft, ob das Porphyrterrain in jener Centralregion, nach welcher die Richtungen des Fallens convergiren, noch dieselbe Unterlage und dieselbe nach der Regel der Auflagerung gebildete Berührungsfläche habe, wie sie längs seiner Peripherie zu beobachten sind.

Die Contactsverhältnisse mit den granitischen Gesteinen, welche das Porphyrgebiet in dem Theile der Gränze treffen, von welchem der Sandstein ausgeschlossen ist, können kaum von jenen verschieden seyn, welche uns das *Lougenthal* und die Gegend von *Skie's* Kirche kennen lehrte, und welche in Verbindung mit einigen andern Umständen auf eine Juxtaposition schliessen lassen. Directe Beobachtungen sind nicht vorhanden.

Das Granit-Terrain des Christiania-Thales, von Hakedalen, Hurdalen und Toten. Die bisher befolgte Ordnung führt uns aus dem Gebiete des Porphyrs in den District der angränzenden granitischen Gesteine. Sie sind es, welche *Christianias* Bassin im Norden einschliessen, und *Hadelands* Kalk- und Thonschiefer-Terrain berühren; sie verbreiten sich bis nach *Toten* und an den *Mjösen* und nehmen einen Flächenraum von 20—30 Quadratmeilen bei einer Länge von 10—12, und einer Breite von höchstens 4 Meilen ein. Solchergestalt kommt dieses Terrain in der Gröſse dem Granitterrain des *Lougen* sehr nahe, wie es denn auch mit ihm rücksichtlich der Beschaffenheit der Gesteine ganz analog ist.

Unter den vielen verschiedenen Feldspath-Concretionen mit Hornblende, Quarz, Glimmer und

Zirkon, welche, ohne an eine bestimmte Regel gebunden zu seyn, im Terrain auftreten und verschwinden, scheint in den nördlichen Theilen ein reiner, oft grobkörniger Granit am häufigsten zu seyn, so wie der Syenit in der Nähe von *Christiania* gewöhnlich ist. Als untergeordnete Bildungen treten auf:

a) *Syenitporphyr*, *Feldspathporphyr* und *Hornsteinporphyr*; sie erscheinen in der Nähe des Kalk- und Thonschiefer-Gebietes und bilden Uebergänge in Quarzfeldstein oder selbst unmittelbar in die harten Schiefer.

b) *Porphyre*, welche der Gruppe des *Rhombenporphyrs* angehören. Am häufigsten bilden sie auf- und ein-gelagerte Massen von unregelmäfsiger, jedoch oft scharf begränzter Form, so dafs vollkommene Uebergänge in die granitische Structur selten zu seyn scheinen. Der Gipfel von *Vettakollen* bei *Christiania* besteht aus einem zu dieser Klasse gehörigen Porphyr, welcher mit dem im Berge vorherrschenden Syenit durch gegenseitig eindringende Adern und ein wechselseitiges Umschliessen der Massen verbunden ist. In einer sporadischen Porphyr-Masse derselben Art, welche ungefähr mitten zwischen *Barnekjernet* und der Spitze der Kuppe im Syenite liegt, sieht man, wie sich die Feldspathrhomben aus dem von der Granitconcretion am weitest entfernten Theile zurückziehen, und ein *schwarzer dichter Kalkkiesel die mittlere Partie der Masse* bildet, wie er gewöhnlich im *Christianiathale* auftritt, wo die Rhombenporphyre an den Kalk ohne scharfe Demarcation gränzen.

c) *Magneteisenstein*, meist in Begleitung von Granat, Eisenkies und Kalkspath; er nimmt Räume

von unregelmässiger Form und sehr verschiedener Mächtigkeit im Granite oder Syenite ein, mit welchen Gesteinen er sich in der Peripherie seiner Concentrations-Massen vermengt. Da jedoch diese Erze gern in der Nähe der anstossenden Kalk-Thonschiefer-Districte auftreten, so geschieht es auch zum Theil, dass sie ihre Lagerstätte in den dem Terrain untergeordneten Feldstein- und Hornstein-Porphyren haben.

Ueber den Kalk, welcher in mächtigen Ablagerungen mitten im Syenite oberhalb des *Sognsvand* in *Agers* Kirchspiel und am *Gar-See* in *Hurdalen* vorkommen soll, wage ich mich nicht bestimmt zu erklären; so wenig, als über die Vermuthung, dass auf *Toten* Serpentin dem Granitterrain untergeordnet vorkomme *).

Der Theil der Terraingränze und der Contacts-Verhältnisse, welcher zugleich *Christiania's* und *Hadelands* Kalkgebiete, so wie *Krogskovens* Porphyr angeht, ist oben verhandelt worden. Wir fügen noch folgende Gränzbestimmungen hinzu: auf *Gjelleraasen* wird der Granit (und Syenit) von Gneus berührt; in *Nittedalen* zieht er sich innerhalb eines Kalk- und Thonschiefer-Terrains zurück, bis er wieder in

*) Diese Vermuthung beruht auf dem Funde einiger losen Serpentinblöcke im Flachlande von *Töten*, deren Heimath nicht im Kalk- und vielleicht eben so wenig im Gneus-Gebiete gesucht werden kann. Die Beobachtung, dass eine mit Thallit stark imprägnirte Varietät von Rhombenporphyr dem Serpentin ähnlich werden kann (?), scheint für die angeführte Vermuthung zu sprechen; denn untergeordneter Rhombenporphyr soll östlich von *Teterud* vorkommen.

A. d. V.

Nannestade Kirchspiel mit Gneus zusammentrifft. Ein sicherer Punkt dieses Contactes liegt am südlichen Ende von *Hurdals-Vand*, da wo der Weg von *Eidsvold* zuerst an diesen See hinabsteigt. Von da vermuthet man, dass die Gränzlinie über den *Misberg* läuft, wo der Contact mit dem Gneuse abermals aufhört, und ein neues Versteinerungsterrain vordringt, welches den Granit in einer Linie begränzt, die nördlich durch *Feigring* dem Ufer des *Mjösen* ziemlich parallel läuft, bis sie sich in der Nähe der *Paulsgrube* etwas nach Nordost schwingt, so dass der Granit der *Skreiberge* in den *Mjösen* abfällt. Auf der Nordseite dieser Berge wird der District von Gneus begränzt, indem die Gränze anfangs gegen Südwest, nachher gegen Süden läuft, und ihren Kreislauf auf *Hadeland* beschliefst.

Von diesen weitläufigen Strecken sind wir nur im Besitze einer einzigen directen Beobachtung über Contact und Lagerung; allein sie ist um so wichtiger, da sie in einer Gegend, welche am weitesten von jener entfernt ist, wo wir zuerst die eigenthümlichen Verhältnisse des Granites zum Versteinerungsterrain auffanden, das Constante und Gesetzmäfsige dieser Verhältnisse bekräftigt. Der ausgezeichnete, aus Feldspath und Quarz bestehende Granit der *Skreiberge* trifft auf dem Gipfel des *Skreikampen* (etwa in 700 Meter Höhe) mit den harten Schiefern von *Feigrings* Kalkterrain zusammen, und dabei wiederholen sich genau dieselben Combinationen, welche die Inseln im *Langesundsfjorde* darboten, mit derselben Evidenz und derselben Zugänglichkeit wie dort; denn die bedeutende Erhebung der Kuppe und ihre freie Lage haben eine eben so vollkommene Entblösung des Fels-

bodens zur Folge, als sie die Seeluft und der Wellenschlag hervorzubringen vermögen. In wiefern die gegenseitige Verflechtung der Massen in einer horizontalen Fläche zur Schau liegt, bedarf sie keines Supplementes der Einbildungskraft, und rücksichtlich der Vorstellung, welche man sich von der Lage und dem Verlaufe der Contact-Zone in der Tiefe zu machen hat, finden sich verticale Felsenwände, welche diese Zone senkrecht ohne eine bestimmte Neigung gegen den Horizont erscheinen lassen.

Nittedalens Kalk- und Thonschiefer-Terrain. Ein Theil des Thalbodens zwischen *Nittedalen* und *Hakedalen* wird von schwarzem, mit dichtem grauen Kalksteine wechselndem Thonschiefer gebildet; körniger Kalk und harte Schiefer, theils in der Form von Bandjaspis, theils in Hornsteinporphyr übergehend, schliessen sich an das Schichtensystem dieser Gesteine, und constituiren mit ihnen ein schmales, langgestrecktes Terrain, welches von dem zuletzt angeführten Granitdistricte in Westen und von Gneus in Osten eingeschlossen wird. In Süden beginnt dasselbe auf der Nordseite des *Skytteraasen*, und scheint bis hinauf gegen den Häuslerplatz *Fredrikstad* hinter *Väringskollen* zu laufen; unterhalb *Hakedalens* Kirche wendet es sich nach Nordost und erstreckt sich 1—2 Meilen weit nach *Nannestads* Kirchspiel, wo es sich zwischen Granit und Gneus auszukeilen scheint. Das herrschende Einschiessen ist westlich und nordwestlich, also von der Gneusgränze weg und der Granitgränze zugekehrt. Uebrigens ist das Terrain analog mit den

übrigen Versteinerungsgebieten in der grossen Strecke um *Christiania*, auf welche wir noch immer zurückblicken.

Feigringens Kalkterrain bildet den letzten District in *Christianias* Territorium; seine Länge erstreckt sich vom *Misberge* in Süden bis zum *Skreikampen* in Norden; seine Breite ist zwischen *Hurdalens* und *Totens* Granit in Westen und dem *Mjösen* in Osten eingeschränkt; specielle Thatsachen zur genaueren Gränzbestimmung sind nicht vorhanden.

Dieses Terrain, in welchem der gewöhnliche graue Versteinerungskalkstein, und die harten Schiefer die wichtigsten Gesteine sind, ist eines der reichsten an Erzen. Am *Skreikampen* ist ein ganz bedeutender, von Granat stark durchzogener, und mit der nahen Granitgränze ziemlich paralleler Strich im Gebiete der Schiefer mit Magneteisenstein theils imprägnirt, theils mit derben Massen dieses Erzes erfüllt. Auf der Nordseite des *Misberges* bei *Steenbye* hat man im grauen, feinkörnigen, granathaltigen, und mit Kieselkalk wechselnden Marmor eine Bleigrube betrieben; Bleiglanz und Blende kamen zugleich mit Eisenkies und Kupferkies theils eingesprengt, theils nesterweise in Kalkspath vor, welcher eine gangförmige, seigere Masse im Marmor und in den harten Schiefern zu bilden scheint.

Bei dem Mangel mehr zusammenhängender Beobachtungen sey noch bemerkt, dass ein Einschiessen von 10° — 20° in hor. 6 W für grünliche, röthlichgraue und braunlich schwarze Lagen von grobem Bandjaspis in der Gegend zwischen *Alnäs* und *Norddalen* am *Skreikampen* Statt findet; dass die harten Schiefer die-

ses Einschiessen oberhalb *Norddalen* dahin ändern, dass sie auf *Skreikampen* entweder senkrecht stehen, oder unter sehr grossen Winkeln in hor. 11, also direct gegen den Granit hin fallen; dass die Gneusformation in einem sehr niedrigen Niveau am westlichen Ufer des *Mjösen* ansteht, von wo aus sich *Feigringens* Kalkterrain plötzlich bis zu *Skreikampens* grösster Höhe erhebt, und endlich, dass die Parallelmassen dieser Gneusbildungen senkrecht in hor. 10 streichen, was beweist, dass die respective Lage der zusammentreffenden Formationen *nicht* übereinstimmend ist.

Wir sind nun, so weit die angestellten Untersuchungen es gestatteten, sämmtliche innerhalb der um Christiania angegebenen Gneusgränze combinirte Terrains durchgegangen. Bei einem nochmaligen Ueberblick des Ganzen bemerken wir vorzüglich:

1) Die Gesteine sind entweder solche, welche der Parallelstructur unterworfen sind, (als Schiefer und Lagermassen), oder sie sind Granite, oder Porphyre. Eine vierte, untergeordnete Gruppe bilden die Grünsteingänge.

2) Eine jede der drei Hauptgruppen bildet mehrere, räumlich von einander abgesonderte, aber ihrer Beschaffenheit nach identische Terrains.

3) Ueberreste von wirbellosen Thieren sind zuverlässig in den von Kalk- und Thonschiefer- gebildeten Terrains vorhanden.

4) Alle Gesteine, nicht nur einer und derselben, sondern auch verschiedener Gruppen bilden ohne irgend eine Ausnahme Uebergänge in einander. Die

Uebergangereihen sind so vollständig, dass Granit mit Versteinerungskalk, Porphyr mit Thonschiefer, und Marmor mit conglomeratartigem Sandsteine verkettet ist. Diese Uebergänge geben den *ersten* Grund zu jener Behauptung, dass sämmtliche Terrains in dem bezeichneten Landstriche einem *einzigen unzertrennlichen* Ganzen angehören.

5) Der *zweite* Grund liegt in der Beschaffenheit der Contacts-Verhältnisse, wenn sich zwei ungleichartige Terrains ohne die Uebergangsreihen treffen, welche ihre Differenz allmälig aufheben. Dergleichen Verflechtungen und gegenseitige Durchdringungen der Massen drücken eine eben so innige Connexion, eine eben so vollkommene Gegenseitigkeit aus, als die Uebergänge.

6) Die Granitgruppe und Porphyrgruppe lassen ihre Bildungen *wechselsweis untergeordnet* in ihren respectiven Terrains auftreten, so wie beide auf gleiche Weise in den Versteinerungsgebieten erscheinen. Von diesen letzteren kommt wenigstens Sandstein untergeordnet in den Porphyrgebieten vor. In dieser gegenseitigen Unterordnung, welche sich vielleicht noch weiter erstreckt, ist der *dritte* Grund für die Einheit des Terrains als einer unzertrennlichen Formation enthalten.

7) Für dergleichen in den Districten fremder Gruppen untergeordnet auftretende Massen gelten nicht dieselben Lagerungsgesetze, wie für die selbstständigen Terrains. Der in den Versteinerungsgebieten sporadisch vertheilte Rhomben-Porphyr findet sich eben sowohl *übergreifend*, als *nebenan-* und *unter-gelagert*; ebendaselbst kommen granitische Mas-

ſen theils *auf-* theils *ein-gelagert* vor. In den Granitterrains werden die Porphyre gewöhnlich vom Granite oder Syenite, ſo wie dieſe wiederum von jenen in ihren Diſtricten *getragen*.

8) Die verſchiedenen ſelbſtſtändigen Terrains können im Ganzen nur als *nebeneinander* gelagert gelten. Die Ausnahme, welche man vielleicht rückſichtlich der Verbindung zwiſchen Porphyr und Sandſtein machen möchte, giebt wenigſtens keinen zureichenden Grund für die Annahme, die ganze Gruppe, zu welcher der Sandſtein gehört, als eine Porphyrbaſis zu betrachten.

9) Die Verſteinerungs-Terrains ſenken ihre Parallelmaſſen nach einer Regel, an welcher die Qualität und Lage der umgebenden Terrains entweder als Urſache oder als Wirkung Theil hat. Iſt ein Porphyrterrain vorhanden, ſo iſt das Einſchieſsen in jedem Falle *gegen daſſelbe* gerichtet, und der Neigungswinkel im Contacte überſteigt ſelten 30°. Liegt alſo ein Granitterrain dem Porphyr gegenüber, ſo folgt, daſs die Parallelmaſſen vom Granite *weg* fallen. Hat dagegen ein Granitterrain die Gneusgränze ſich gegenüber, ſo fordert es ein nach ſich *zugewendetes* Einſchieſsen, und der Neigungswinkel *wächſt bis zur Seigerheit*. Befinden ſich die Parallelmaſſen zwiſchen zwei gleichlaufenden Granitgränzen, ſo findet entweder *gar kein*, oder ein mit *den Gränzen paralleles* Einſchieſsen Statt.

10) Ein eben ſo beſtimmtes Verhältniſs zu ihren verſchiedenen Umgebungen haben die Verſteinerungsgebiete darin, daſs ſie regelmäſsig und zum Theil ausſchlieſsend bei *gewiſſen Contacten gewiſſe Bildungen* entwickeln; z. B. Quarzbildungen und eigenthüm-

liche Porphyre in und bei der Gneusgränze; harte Schiefer, Glimmer-Ausſonderungen, Marmor, Granat und Erze in der Nähe der Granitterrains; Sandſtein im Contacte mit Porphyrterrains.

11) Bei *Holtebroe* in *Sande* ſind die Parallelmaſſen des Verſteinerungsterrains ſeiger an der Gränze eines Porphyrterrains, und die harten Schiefer treten an der Stelle des Sandſteines auf; zwiſchen *Skeen* und *Slemdal* ſchieſsen die Parallelmaſſen des Verſteinerungsterrains mit geringer Neigung gegen ein Granitterrain ein, und Sandſtein erſcheint an der Stelle der harten Schiefer. Dieſe beiden Fälle ſcheinen der Nothwendigkeit und Allgemeingültigkeit der oben angeführten Regel des Einſchieſsens in Bezug auf dieſe oder jene Gränz-Bildungen direct zu widerſprechen. Und doch ſind es gerade dieſe Fälle, welche den ſchlagendſten Beweis für die Gültigkeit jener Regel liefern. Denn bei *Holtebroe ſtellt der Porphyr im Contacte Granit dar, und bei Skeen tritt ein eigener Porphyr aus dem Granitgebiete hervor, um mit dem Sandſteine zuſammenzutreffen.*

12) Granit und Porphyr wiederholen mit Bildungen der *Gneusgruppe* wenigſtens einige der *Combinationen*, welche ihre *innige Verknüpfung* mit den Verſteinerungsgebieten bezeichnen.

13) Kalk und Thonſchiefer ſind nicht *ohne allen Einfluſs* auf anſtoſsende Bildungen der *Gneusgruppe.*

14) Die vollkommene Reciprocität, welche die Connexionen zwiſchen den Verſteinerungsgebieten, dem Granit- und Porphyr-Terrain charakteriſiren, iſt keineswegee auch auf die Verbindungen mit dem Gneuſe ausgedehnt. Könnte man auch ſagen, daſs ſich

Bildungen aus der Granit- und Porphyr-Gruppe unterordne, so ist doch kein Beispiel von einem umgekehrten Falle bekannt. Sollte auch das Einschiessen des Kalkes und Thonschiefers zum Theil durch das Zusammentreffen mit dem Gneuse bestimmt seyn, so verrathen doch die Stellungen der beiderseitigen Parallelmassen gar keine Beziehung.

15) Es ist kein Factum vorhanden, welches der Vorstellung entgegen wäre, daſs die Schichtensysteme des Kalkes und Thonschiefers auf der Gneusformation *aufgesetzt* oder *aufgelagert* seyen. Granit, Porphyr und Grünstein dagegen haben nur gezeigt, daſs sie bis zu unangeblicher Teufe in dieselbe eindringen.

V.

Orthokeratit-Kalk und conglomerat-ähnliche Bildungen auſserhalb Christianias Territorium.

Kein Theil von Norwegens Felsboden ist von vollkommen gleicher Beschaffenheit mit dem Districte, welchen der Gneus in einem weiten Umkreise um *Christriania* einschliesst. Am meisten Uebereinstimmung damit zeigt ein andrer, weiter nördlich gelegener Theil von *Agershuus-Stift*, in welchem man wenigstens einige von den Bildungen wieder findet, welche in *Christianias* Territorium auftreten.

Vorzüglich kommt der dunkle dichte Kalkstein mit seinen eigenthümlichen Versteinerungen auf *Hedemarken*, *Toten* und in mehreren Gegenden um den mittleren Theil des *Mjösen* weit verbreitet vor. Vorherrschend ist er in einem Terrain, welches gegen

Südwest und Südost scharf von der Gneusformation begränzt wird, während es in Norden keine genau angebliche Gränze besitzt, weil es daselbst allmälig von verschiedenen Schieferbildungen und conglomeratartigen Gesteinen aufgenommen wird, in welchen es sich zum Theil ganz verliert.

Wir wollen versuchen, diesen Kalk und sein Terrain etwas genauer zu bezeichnen, und nachher seine Connexionen im Norden verfolgen.

Ungefähr von dem Puncte aus, in welchem *Hadeland* und *Toten* auf der östlichen Seite des *Einavand* aneinander gränzen, beginnen zwei Linien, in welchen Gneus die versteinerungshaltigen Bildungen begränzt. Die eine Linie schwingt sich nordöstlich hinab gegen *Balke* auf *Toten*, durchschneidet das Bassin des *Mjösen*, setzt nach Nordosten durch *Stange* und *Rommedal* fort, geht mit einer mehr nördlichen Richtung durch *Leuten*, und tritt in *Elverums* Kirchspiel in *Oesterdalen* ein. Hier verschwinden die Versteinerungen, und der Kalk, in welchem sie auftraten, wird conglomeratartigen Bildungen untergeordnet. Die zweite vom *Einavand* ausgehende Gränzlinie ist unsichrer; indessen läfst sich so viel anführen, dafs der *Einavand* selbst und nach ihm die *Hundselv* die Gränze etwa auf 2 Meilen weit nach Norden bezeichnen, dafs zwei Contactspuncte in *Lands* Kirchspiel, zwischen der Hauptkirche und *Norbye*, so wie zwischen *Tonvold* und *Oestsind* bekannt sind, und endlich, dafs schwarzer, dünnschiefriger Thonschiefer (und Kalk?) noch bei *Hovedlien* unter dem *Söndfjelde* in *Torpen* vorkommt. Denkt man sich nun noch eine dritte Linie von Osten nach Westen zwischen *Hoved-*

lien und dem nördlichsten Puncte der bis *Oesterdalen* verfolgten Gränze, so wird ein nach Süden spitz zulaufender District abgeschnitten, welchen genau das Versteinerungsterrain um den mittleren Theil des *Mjösen* einnimmt; die gröfste Länge beträgt von Osten nach Westen wenigstens 12, von Süden nach Norden ungefähr 6 Meilen, das Areal 30 — 40 Quadratmeilen *).

Der Kalkstein innerhalb dieses Raumes ist vollkommen identisch mit jenem, welcher ein so ausgezeichnetes Formationsglied in *Christianias* Territorium bildet; er ist aschgrau, rauchgrau, schwärzlichgrau, blaulichschwarz, im Bruche dicht und feinsplittrig. Rücksichtlich der Modificationen der Farbe führt Heyerdal, von welchem wir eine mineralogische Beschreibung über *Ringsagers* und *Totens* Kirchspiele besitzen, eine röthlichgraue und ziegelrothe Varietät an. Der Bruch geht hier und da aus dem Dichten in das Krystallinisch-körnige über. Ausserdem scheinen die Nüancen und Uebergänge des Hauptcharakters nicht von sehr grossem Umfange zu seyn. Der graue, dichte Kalkstein umschliefst einen Reichthum von Polypiten, Cochliten und Conchiten; am häufigsten und bezeichnendsten sind die Orthokeratiten. Die Kalkmassen kommen lagerartig mit Thonschiefer wechselnd vor.

Diese letztere Gesteinsart läfst sich nicht von der gleichnamigen in *Hadeland* und in *Christianias* Bassin unterscheiden. In ihrer reinsten Form ist sie

*) Heyerdal führt einen aus Gneus bestehenden Bergrücken zwischen *Näs* und *Ringsager* auf *Hedemarken*, also mitten im Terrain an. Topographisk. Statist. Samlinger I, 1, S. 19.

A. d. V.

schwarz, mild, dünnschiefrig; sie zeigt sich zum Theil als glänzender Alaunschiefer, und ist oft sehr bituminös; auf der einen Seite verläuft sie sich in die Kalkgebilde, auf der andern wird sie von Kiesel durchdrungen und geht in Quarzfels und Grauwackschiefer über.

Als drittes Hauptglied des Terrains tritt eine Familie von Gesteinen auf, deren Structur mehr oder weniger conglomeratartig ist, und welche sich insgesammt durch Uebergänge aus dem Thonschiefer verfolgen lassen. Man sieht, dass Quarzkörner und Feldspathstücken von der Thonschiefermasse aufgenommen werden, welche dann meist von Kalk durchdrungen ist; die Quarzkörner und Feldspathstücke werden häufiger, die Schieferstructur verschwindet, und das Gestein wird Grauwacke *). Ferner geschieht es, dass sich der Thonschiefer mit Kiesel zu einer homogenen Masse vereinigt, der Thon wird zurückgedrängt, und ein derber dichter Quarzfels kommt zum Vorschein; der Quarz wird körnig abgesondert, der Thon erscheint wiederum zugleich mit Eisengehalt zwischen den Körnern, und das Resultat ist ein vollkommener Sandstein. Vom Sandsteine und der Grauwacke setzt die Uebergangsreihe in eine Concretion fort, in welcher die Quarzkörner die Grösse von Wallnüssen übersteigen, während die Zwischenmasse hart, thonschieferartig, oft mit Glimmerblättchen, kleineren Quarzkörnern und scharfkantigem Feldspathe erfüllt ist. Noch eine andere Varietät, und zwar die äusserste in

*) Vom *Fangberg* auf *Hedemarken* sagt v. Buch: Die Felsen bestehen aus schöner und ausgezeichneter Grauwacke; zum erstenmale sah ich sie mit Bestimmtheit in Norwegen. Reise I, S. 169.

der Reihe, zeichnet sich dadurch aus, dafs Feldspath und Glimmer zum Theil ganz aus der Zwischenmasse verschwinden, und dagegen in besondern granitischen Concretionen von der Form der Quarznüsse und zwischen denselben vorkommen. Uebrigens sind die weniger bedeutenden Nüancen unzählig.

Diese conglomeratartigen Gesteine sind zum Theil in regelmäfsigen, ebenen Parallelmassen in das Schichtensystem des Kalkes und Thonschiefers eingeschaltet, am häufigsten jedoch bilden sie ganze Gebirgsstrecken, in welchen schmale Kalk- und Thonschiefer-Parallelen untergeordnet auftreten. Wo in dergleichen Strecken das Gestein grobkörnig und sehr quarzreich ist, und die schiefrigen Bildungen fehlen, erscheint gar keine regelmäfsige Schichten-Absonderung, aus welcher sich Streichen und Fallen bestimmen liefse. Demungeachtet entspricht das Streichen der ganzen Gebirgsmasse dem herrschenden Streichen des Kalkes und Thonschiefers, und solchergestalt werden mächtige parallele Zonen gebildet, deren gröfste Breite eine halbe, ja wohl eine ganze Meile übersteigt.

Das Einschiefsen des Kalkes und Thonschiefers ist beständig nach Norden gerichtet; Abweichungen nach Osten erreichen selten hor. 2, nach Westen dagegen öfters wohl hor. 10. Von südlichem Einschiefsen giebt es einige wenige Beispiele, wenn der Neigungswinkel sehr grofs ist; die gewöhnliche Neigung schwankt zwischen 50° und 70°.

Die Regel des Einschiefsens fordert, dafs die Parallelmassen auf einander von Süden nach Norden folgen; da folglich auch die Profile der Zonen in der Südnordlinie liegen, so übersieht man die Haupttheile

des Terrains am leichtesten, wenn man in derselben Richtung vorwärts geht.

Die erste grosse Abtheilung gehört *Toten*, *Näs*, *Stange*, *Rommedal* und *Vang* und wird fast ausschliessend von Kalk und Thonschiefer gebildet. Auch durch *Land* und *Vardal* streicht Kalk. Nördlich von *Oestsind*, *Vardal* und *Fuurnäs* trifft man die erste mächtige Zone von conglomerirten Felsarten; sie scheint am mächtigsten zwischen *Oestsind* und *Torpen*, geht von da gerade östlich zwischen *Vardal* und *Snertingsdal*, scheint aber auf der andern Seite des *Mjösen* eine etwas nordöstliche Richtung anzunehmen und sich zwischen *Fuurnäs* und *Veldre* in zwei Arme zu theilen. In Norden wird sie von einer Kalkzone mit Thonschiefer begränzt, welche von *Vesttorpens* Plateau östlich über *Oesttorpen* hinab durch *Snertingsdalen* streicht, und das Flachland um *Ringsagers* Hauptkirche bildet; dort scheint auch diese Zone eine Biegung nach Nordosten zu erhalten, und mehr und mehr von der Grauwacke verschmälert zu werden; es ist zweifelhaft, ob sie *Oesterdalen* erreicht.

Hierauf folgen conglomeratartige Bildungen in einer Gebirgsstrecke, welche *Snertingsdalen* von *Biris* Kirchspiel trennt. Gegen Westen, in *Torpen*, werden sie zwischen Kalk verdrückt, nehmen dagegen nach Osten in *Ringsager* an Mächtigkeit zu. An sie schliesst sich die letzte der Kalkzonen, in welchen sich Versteinerungen gefunden haben; sie bildet den Haupttheil von *Biri*, so wie den gegenüber liegenden Strich von *Ringsager*, und ist vielleicht dieselbe, von welcher noch einige Spuren am südlichen Fusse des *Söndfjeldes*

in *Torpen* auftreten *). Mit dieser Parallelzone hat das Terrain den nördlichen Theil des *Mjösen* erreicht, und berührt *Guldbrandsdalen;* es darf nicht wohl weiter nach Norden ausgedehnt werden, gesetzt auch, daſs Versteinerungen in einer höheren Breite entdeckt werden sollten; denn schon *Biri's* und *Ringsagers* Kalkzone nehmen ein geringeres Areal ein, als die conglomeratartigen Bildungen dieser Gegenden **), und der Thonschiefer an den Ufern des *Mjösen* zwischen *Biri* und *Brottum* nimmt lichtere Farben, gröſsere Festigkeit und eine dickere Schieferstructur an, als sie dem Thonschiefer des Versteinerungsgebietes zukommen; er zeigt schon deutlich, daſs er einer Reihe angehört, welche vom *Glimmerschiefer* ausgeht.

Auſser Kalk, Thonschiefer und der Familie der Grauwacke treten innerhalb des bezeichneten Gebietes noch einige solche Bildungen auf, welche ungeachtet ihrer geringen Mächtigkeit und ihres ganz localen

*) Zwischen *Fjeldaasäter* und der *Vismundsle*, etwa ½ Meile vom *Vismundsee* fand ich denselben blaulichschwarzen, schimmernden Kalk, wie in den *Semsbakken* nördlich von *Svennäs* in *Biri*; und bei *Skinderlien* in *Torpen* einen ähnlichen Kalkstein. *A. d. V.*

**) Um dieſs zu bemerken, braucht man nur einen Blick auf die Physiognomie der Landschaft zu werfen. Während die südliche Hälfte des Versteinerungsgebietes am *Mjösen* ein fast ununterbrochen cultivirtes Flachland darstellt, so enthält dagegen das nördliche Stück weit mehr hohe und wilde Waldgegenden als angebautes Land. Dieſs letztere schränkt sich gröſstentheils auf die Thalstrecken ein, welche in den Kalkzonen eingewühlt sind, während sich die Grauwackgebilde eben so den Wirkungen der Wasserströme als den Einflüssen der Cultur widersetzten. *A. d. V.*

Vorkommens, doch eine vorzügliche Aufmerksamkeit verdienen. Auf einem feinkörnigen Quarz-Sandsteine in *Vang* und *Ringsager* liegt ein Porphyr, welcher mit den Rhombenporphyren in Christianias Territorium identisch ist. Seine Grundmasse ist röthlichbraun, dicht, eisenthonartig; die gröfsten Feldspathrhomben übersteigen zwei Centimeter in der Länge, und zeigen sich im Profile als flache Linsen, ganz so wie man sie häufig im Rhompenporphyr in der Nähe des Mandelsteines sieht. Man weifs nicht zuverläfsig, ob diese Bildung weiter als auf die beiden Kuppen ausgedehnt ist, welche sie an der *Brumundelv* bildet. In *Leuten* liegen hier und da porphyrartige Rollsteine, welche anzudeuten scheinen, dafs sie sich wiederholt und in diesem Falle an andern Puncten einige Modificationen erleidet. Heyerdal bemerkt, dafs der Porphyr der *Brumundelv* mit Sandstein abwechselt und zum Theil von ihm bedeckt wird *).

Porphyrbildungen von andrer Art — ocherhaltiger Quarz und Quarzfeldstein mit Feldspathkrystallen von rectangulären und quadratischen Querschnitten — wurden von Heyerdal auf der Gränze von *Toten* und *Hadeland* gefunden; er bemerkt dabei, dafs sie auf Gneus liegen, und identisch mit dem Porphyrlager bei *Bergsöe* und *Vigersund* in *Modum* sind. Folglich entsprechen sie der Hornstein- und Porphyr-Familie, welche wir vor den Rhombenporphyren als dem Kalk-Thonschiefer-Terrain untergeordnet aufgestellt haben.

Zunächst nach den Porphyren scheinen auch gra-

*) A. a. O. S. 44; ich kann in dieser Hinsicht nichts hinzufügen, da ich die Porphyr-Kuppen nur aus der Ferne gesehen habe.

A. d. V.

nitische Concretionen auf eine Stelle in gegenwärtigem Terrain Anspruch zu machen. Indem der Postweg über den *Lager-Aa* von *Vang* nach *Leuten* hineinführt, läuft er über einen Granit, welcher zu viel Aehnlichkeit mit jenem der *Skreiberge* hat, als daſs er dem Gneuſe angehören könnte. Innerhalb des sehr eingeschränkten Raumes, in welchem er entblöſst ist, steht kein anderes Gestein an; allein die Maſse zeigt daselbst genau dieselbe Unbeständigkeit hinsichtlich des gröberen und feineren Kornes, welche so oft den isolirten Granitpartieen in den Versteinerungsgebieten eigen zu seyn pflegt. Daſs wenigstens Hornblendconcretionen von granitischer Structur im Terrain vorkommen, kann als gewiſs angenommen werden. Beim Gehöft *Kluke* in *Biri* findet sich grobkörnige schwarze Hornblende mit Glimmer und Eisenkies, welche nur der Kalkzone entweder als Gang oder als eingelagerte Maſse angehören kann.

Diese Porphyre und krystallinischen Concretionen sind es, welche in Verbindung mit den organischen Ueberresten beweisen, daſs dieselbe Formation, die *Christianias* Territorium bildet, auch den jetzt betrachteten Landstrich um den *Mjösen* zusammensetzt. Der südliche Theil dieses Landstriches ist überdieſs räumlich so nahe mit dem nördlichen Theile von *Christianias* Territorium verbunden, daſs eine abgesonderte Aufstellung desselben nicht füglich scheinen dürfte. Doch wird man sich bald davon überzeugen, daſs die Formation einen ganz andern Charakter in ihrem oberen Districte um den *Mjösen* als in jenem um *Christiania* hat, und daſs eine künstliche Trennung beider nothwendig geworden seyn würde, wenn nicht

der Gneus der *Streiberge* eine natürliche Gränze gezogen hätte.

Die letzte Zone des Versteinerungskalkes am *Mjösen* wird von Thonschiefer und Grauwackbildungen begränzt. Schon in dem nördlichen Theile von *Biri* und *Ringsager* beginnen diese Gesteine den Kalk zu verdrängen, mit welchem sie abwechselten. Weiterhin breiten sie sich über einen grossen Theil von *Guldbrandsdalen* aus, und rücken über einen halben Breitengrad nach Norden vor. Bei dieser so weitläufigen Ausdehnung behauptet sich doch immer noch dasselbe Einschiessen, wie im Terrain um den *Mjösen*. Da die Stellung der Parallelmassen in *Guldbrandsdalen* ganz vorzügliche Berücksichtigung verdient, so folgen hier einige specielle Beobachtungen *):

Auf der Gränze von *Faaberg* und *Brottum*,	Fallen	70°	hor.	12¾ N.
An der Brücke über die *Mesna*	—	20°	—	12¾ -
Oberhalb *Sundet* in *Faaberg*	—	80°	—	12¼ -
Ebendaselbst weiter nördlich	—	40°	—	2¾ -
Ebendaselbst noch nördlicher	—	80°	—	2 -
Bei *Handsfos*	—	10°	—	2¼ -
Bei *Kramperud* in *Oeyer*	—	20°	—	11½ -
Zwischen *Kramperud* und *Böe*	—	30°	—	12 -
Ebendaselbst	—	70°	—	12½ -
Zwischen *Böe* und *Kramperud-Säter*	—	50°	—	12 -
Ebenda	—	50°	—	12 -
Bei *Rognedalssveen* zwischen *Oeyer* und *Trette*	—	70°	—	12¾ -
Bei *Stav* in *Trette*	—	60°	—	11¾ -
Eine halbe Meile nördlich von *Stav*	—	10°	—	1¾ -

*) Die angegebenen Punkte liegen in einer Strecke von 7 Meilen von Süden nach Norden.

A. d. V.

Noch eine halbe Meile nördlicher .	Fallen	20°	hor.	10¼ W
Noch weiter gegen Norden . . .	—	40°	—	12 —
Zwischen *Fodvang* und *Rörvig* in *Ringeboe*	—	20°	—	2¼ —
In *Baglerkleven* in *Ringeboe* . .	—	50–70°	—	12¼ —
Ebenda	—	50–70°	—	3½ —
Ebenda	—	50–70°	—	1¾ —
Ebenda	—	50–70°	—	12¾ —
In *Elstadklev* etwas weiter nach Norden	—	60°	—	10½ —
Bei der Brücke unter *Elstadklev* .	—	30°	—	12¾ —

Eine Regel, zufolge welcher sich die Parallelmassen nach Norden senken, ist also nicht zu verkennen. Die Abweichungen, welche aufeinander in keiner bestimmten Ordnung folgen, und oft innerhalb eines kleinen Raumes zusammengedrängt sind, scheinen jederzeit die Folge localer Krümmungen der Parallelmassen zu seyn. Diese Biegungen scheinen sogar ein partielles südliches Einschiessen zur Folge zu haben, wie auf dem Profile Fig. 8 tab. VII, welches eine Abwechslung von Thonschiefer und Grauwacke am Uferrande des *Mjösen* zwischen *Svennäs* und *Roterud* in *Biri* darstellt.

Eine Ausnahme von grösserer Bedeutung kommt dicht am Postwege oberhalb *Sundet* in *Faaberg* vor. Parallelmassen von schwarzem, dünnschiefrigem Thonschiefer wechseln mit feinkörniger Grauwacke. Nun ist es doch Regel, dass die Schieferlamellen dieselbe Lage als ihre Schichten haben; allein hier ist es nicht so. Die Richtung der Schieferlamellen *schneidet die Contactflächen mit der Grauwacke unter spitzen Winkeln*, und wir haben ein neues Beispiel von jenem merkwürdigen Falle, dass sich zwei verschiedene Parallelsysteme in einer und derselben Combination

vereinigen können. Die Ansichten von zwei verticalen Klippenwänden, in welchen diess Verhältniss am deutlichsten hervortritt, findet man auf tab. VII Fig. 6 und 7. In der ersten Wand zeigen sich die Schichten selbst horizontal, die oberen Contactflächen des Thonschiefers (*a*) sind scharf markirt, während sich in den unteren die Schieferlamellen unmerklich in der Grauwacke (*b*) verlaufen. Die Schichten in der zweiten Klippe sind stark einschiessend und weniger regelmässig. Beide Klippenwände sind unmittelbar mit einander zusammenhängend, und ihre Entfernung übersteigt kaum 5 Meter *).

Was für Einfluss auch die Biegungen der Parallelmassen und das zuletzt angeführte Phänomen auf die Schlüsse haben mögen, welche man aus dem Einschiessen und der relativen Stellung der Gesteine zu ziehen pflegt, aus dem normalen Fallen geht doch immer mit Zuverlässigkeit hervor, dass *Guldbrandsdalens* Thonschiefer und Grauwacke demselben grossen Parallelsystem angehören, welchem die Zonen am *Mjösen* eingeordnet sind.

Schon in *Biri* begann der Thonschiefer die Charaktere einzubüssen, welche ihn als Begleiter des Orthokeratit-Kalkes auszeichnen. In *Guldbrandsdalen* geht die Veränderung noch weiter, und schreitet mit zunehmender Entfernung von der letzten Versteinerungszone vorwärts. Wohl geschieht es noch, dass der schwarze, milde und dünnschiefrige Thonschiefer

*) Zwischen *Vingnäs* und *Bjerke*, auch in *Faaberg* kann man dasselbe Verhältniss, jedoch nicht so deutlich, beobachten.

sich sehen läſst, aber harte, dickschiefrige, glimmerhaltige Varietäten sind bei weitem gewöhnlicher, und auf den Gränzen von *Oeyer* und *Ringeboe* trifft man schon eine seidenglänzende, dem Glimmerschiefer nah verwandte Varietät. In *Baglerkleven* und *Elstadbleven*, wo der Schiefer ungefähr 7 Meilen nördlicher als die oberste Parallelzone des Versteinerungskalkes streicht, kommt eine stark glimmerglänzende Abänderung und eine andre talkartige Varietät mit viel eingewachsenem Quarz vor.

Verfolgt man die conglomeratartigen Bildungen bis zu dieser Breite, so zeigen auch sie merkliche Veränderungen. Die grobkörnige Quarzconcretion mit groſsen abgerundeten Geschieben scheint nicht einmal *Guldbrandsdalen* zu erreichen. In *Faaberg* und *Oeyer* tritt feinkörnige Grauwacke auf, die aus klarem, scharfkantigem Quarz und krystallinischem Feldspathe in einer dunklen, glimmerhaltigen Thonmasse zusammengesetzt ist. Weiter nördlich zieht sich diese Bildung zurück, und wird von einem dunklen, oft bläulichen Quarz repräsentirt, der theils körnig abgesondert, theils ganz dicht, von unebenem, unvollkommen muschligem Bruche ist. Bei *Rogndalssveen* und auf den Höhen südlich von *Fodvang* sind Striche von geringerer Mächtigkeit zwischen dem Thonschiefer mit granitischen und gneusartigen Stücken von Geschiebeform erfüllt, von welchen die gröſsten mehr als ein Decimeter im Durchmesser haben. Endlich mengt sich Talk in die conglomeratartigen Bildungen. Zwischen *Fodvang* und *Baglerkleven* liegen lose Blökke, welche aus einem mit bruchstückartigem, grünlichweiſsem und grauem Talkschiefer erfüllten Wetz-

schiefer bestehen; in den Talkschieferbrocken sind Körner von Quarz und Feldspath eingewachsen. Es ist gewiss, dass diese Blöcke ihre Heimath ganz in der Nähe haben. Die entfernteste Spur von Grauwackbildungen ist vielleicht in den talkartigen Schiefern von *Baglerkleven* zu suchen, in wiefern dieselben nämlich Quarzkörner und wohl auch viel Feldspath umhüllen. Allein hier ist die Conglomerat-Structur gänzlich verschwunden.

Von untergeordneten Bildungen in diesem Thonschiefer- und Grauwacke-District von *Guldbrandsdalen* kommt nur Kalk vor; namentlich in *Ringeboe* oberhalb *Fodvang*. Zwar ist er noch dicht, graulichschwarz und in der That dem gewöhnlichen Orthokeratitkalke sehr ähnlich, allein einem grauen, glimmerglänzenden Thonschiefer untergeordnet. Er wiederholt sich nicht in einer höheren Breite, und ist als die letzte wirkliche Reminiscenz an das Schichtensystem des *Mjösen* zu betrachten.

Solchergestalt scheinen also die Uebergänge des Thonschiefers, und die Verhältnisse der conglomeratartigen Bildungen und des Kalkes die Erstreckung der Formation zu bestimmen, welche sich durch Versteinerungsterrains auszeichnet. Und wenn eine bestimmte Gränze gezogen werden soll, so würde man vielleicht geneigt seyn, dieselbe mit der ersten Kalkschiefer-Parallele zusammenfallen zu lassen. Aber welche Formation liegt dann jenseit dieser Gränze? Wohin führt endlich diese Reihe von allmäligen Uebergängen, von geneigten Parallelmassen, die so constant nach Norden hin verweisen?

Sie *führt zur Gneusformation.* Noch weiter vorwärts durch einen zweiten halben Breitengrad setzt das grosse Parallelsystem unabgebrochen fort, und erreicht endlich den Gneus von *Dovrefjeld.* Durch v. Buch*) und Hisinger**) erfahren wir, dass der Thonschiefer des südlichen *Guldbrandsdalen* gegen Norden durch *Froen* fortsetzt, und talkartige Bildungen aufnimmt; dass nachher der Quarz auf den Gränzen von *Froen* und *Vaage* mächtig wird; dass auf den Quarz Glimmerschiefer folgt, und endlich am Fusse von *Dovre* Gneus zum Vorschein kommt. Diese Reihe ist gewiss nach demselben Typus geformt, welcher sich in dem Wechsel der Grauwackezonen mit Kalk und Thonschiefer offenbart; die Grauwackparallelen werden jetzt von Talk und Quarz, der Thonschiefer von Glimmerschiefer und Gneus repräsentirt; ja, sogar die Conglomeratstructur ist vorhanden; man findet sie wieder mitten im Gneus, wofür die Darstellungen der genannten Beobachter über den *Restenberg* zeugen. Das Einschiessen hat in diesem letzten halben Breitengrade eine Modification erfahren, indem es mehr nordwestlich als genau nördlich ist. Am *Rostenberge* stehen die Parallelmassen senkrecht, und hier beginnen andre Verhältnisse, deren Darstellung ausser dem Plane gegenwärtiger Abhandlung liegt ***).

Am Fusse von *Dovre* endigt also das grosse Profil, welches an den Gränzen von *Hadeland* beginnt, und durch eine Länge von mehr als 20 geographischen

*) Reise I. S. 188 und 196.

**) Anteckningar under resor etc. III. S. 9.

***) Vergl. Naumanns Beiträge II. Cap. 5.

Meilen fortſetzt. Die Haupt-Thatſachen, welche ſich an daſſelbe knüpfen, ſind folgende:

1) Die Geſteine in der Linie vom *Einavand* bis in die Gegend des *Roitenberges* bilden ein *einziges, ununterbrochenes Parallelſyſtem.*

2) In dem *ſüdlichen Theile* dieſer Linie herrſcht die Formation, welche *Christianias Territorium bildet.*

3) *Der nördlichste Theil gehört der Gneusformation.*

4) Im *mittleren Theile* findet ein ganz allmäliger *Uebergang* zwiſchen beiden Formationen Statt.

5) Die Parallelmaſſen von der *Gneus-Seite her lehnen ſich conſtant an die von der Orthokeratit-Kalk-Seite* her.

Indem wir die Thonſchiefer und Grauwack-Bildungen durch *Guldbrandsdalen* verfolgten, gingen wir von der Mitte einer Gränzlinie aus, welche vom Fuſse des *Söndfjeldes* quer über den *Mjösen* nach *Oesterdalen* gezogen wurde, und betrachteten ſonach nur einen einzelnen Strich von Süden nach Norden in einer Gegend, deren Verhältniſſe in Weſten und Oſten zunächſt unſre Berückſichtigung fordern. Jedoch ſind die betreffenden Beobachtungen nur ganz fragmentariſch.

In der weſtlich vom *Guldbrandsdalischen* Profile gelegenen Gegend liegt *Söndfjeld*, und zwar ſo, daſs der ſchwarze Thonſchiefer bei *Hovedlien*, welcher dem Verſteinerungsterrain in *Torpen* und *Biri* angehört, unmittelbar unter daſſelbe einſchieſst. Es ſelbſt

besteht aus graueem und röthlichem Grauwackschiefer mit weissen Glimmerblättchen, und aus blaulichgrauem, mehr oder weniger körnig abgesondertem Quarz. Diese Gesteine wechseln mit einander in Parallelmassen, die sich 50° bis 80° nach Nordwesten senken, und dem grossen Schichtensysteme angehören. In dem Quarzgesteine der höchsten Region des Fjeldes (1500 Meter?) wird die Schieferstructur durch schwarze Streifen und Bänder repräsentirt, die aus Hornblende in inniger Verschmelzung mit schwarzem Glimmer zu bestehen scheinen; auch zeigen sich einzelne schwarze Hornblendkrystalle ausserhalb dieser Streifen im Quarze. Wie weit die Gesteine des *Söndfjelds* nach Norden und Westen fortsetzen, ist nicht bekannt, doch ist es wahrscheinlich, dass das Thonschiefer-Grauwack-Terrain in dieser Gegend früher endigt, als in *Guldbrandsdalen*. Nach Nordosten liesse sich eine ununterbrochene Fortsetzung desselben durch *Guedal* bis *Oeyer* und *Ringeboe* annehmen. Allein auf dem *Björgafjeld* in *Guedal* ist ein Mühlsteinbruch, der nur dem Glimmerschiefer gehören zu können scheint, und es ist bekannt, dass *Guedals* Kupfererze im Gneusterrain brechen.

Zu den Gesteinen aus *Söndfjelds* Umgebungen scheint eine sehr merkwürdige Bildung zu gehören, von welcher man lose Blöcke in *Lands* und *Vardals* Kirchspielen findet. Einige derselben bestehen aus einer Abwechslung von hartem, quarzartigem Thonschiefer mit reinen Quarzlagen; beider Parallelmassen gleich und ungefähr 1 bis 2 Centimeter mächtig. In andern Blöcken der Art setzen die Quarzlagen nicht lagenartig zwischen dem Schiefer fort, sondern sind

durch Zwischenräume unterbrochen, so dass ihr Profil Reihen von kleinen, stockförmigen Quarzmassen statt stetigen Lagen zeigt; und gleich wie die Lagen selbst oft gebogen vorkommen, so auch die flachen unzusammenhängenden Massen, welche sie repräsentiren. In einer dritten Varietät von Blöcken erscheint der Quarz noch mehr getrennt, die stockförmigen Massen gehen in Mandeln und Kugeln über, und die *schichtenartige Combination ist gegen eine rein conglomeratartige vertauscht.* Die Profile von vier hierher gehörigen Blöcken sind tab. VII Fig. 9 dargestellt.

Söndfjeld kann nur sehr unbestimmt als der äusserste Punct in Westen angegeben werden, an welchem der grosse Versteinerungsdistrict des *Mjösen* von den darauf folgenden Thonschiefer- und Grauwack-Bildungen begränzt wird. Gegen Osten hatten wir eine bestimmte Gränze, die von *Hedemarken* hinein nach *Oesterdalen* lief. In dieser letztern werden die Parallelzonen von *Ringsager* aus in ihrem Streichen dergestalt abgeschnitten oder verdrückt, dass sie den *Glommen* in *Elverums* Kirchspiel nicht erreichen, und folglich die oberste Zone des Versteinerungskalkes in *Biri* und *Brottum*, wenn anders sie in *Oesterdalen* einzudringen vermag, doch nicht bis in die Thalsohle hervorragt. Von der Höhe dieser Zone in *Elverum* nordwärts bis zum Passe über *Mora* — oder in einer Linie, welche gleichlaufend mit dem Profile durch *Faaberg*, *Oeyer* und *Ringeboe* ist, und 6—7 Meilen östlich davon läuft — herrschen conglomeratartige Bildungen und Thonschiefer desselben Parallelsystemes wie in *Guldbrandsdalen*, und die Gesteine setzen ununterbrochen über den breiten Gebirgsrük-

ken zwischen dem *Laugen* und *Glommen* fort. Verschiedene Concretionen von Conglomerat-Structur, meist grobkörniger als *Guldbrandsdalens* Grauwacke, wechseln unter constantem nördlichen und nordwestlichen Einschiessen mit schwarzem Thon- und Dach-Schiefer. Glimmer und Quarz mengen sich allmälig in die Schiefergebilde und jenes successive Verschwinden der Charaktere des Orthokeratit-Terrains wiederholt sich. Auf der Südseite des *Morafjelds*, etwa ½ Meile oberhalb *Vestgaard*, ist grauer dichter Kalk im Thonschiefer eingelagert; seine Lage entspricht dergestalt jener des Kalkes bei *Fodvang*, dass beide einer und derselben Parallele anzugehören scheinen *).

Weiter gegen Norden, auf der Höhe des *Morapasses*, hört die Uebereinstimmung zwischen *Oesterdalens* und *Guldbrandsdalens* Profil auf; man trifft einen grünlichweissen, theils glimmerartigen, theils talkartigen Schiefer, der 30° bis 40° in Nordosten einschiesst. Allein die conglomeratartigen Bildungen und Schiefer, welche ihn begleiten, hören deshalb nicht auf. Im Gegentheil breiten sie sich gegen Norden und Osten, ja wohl auch gegen Südosten mit zunehmender Mächtigkeit aus. Aus Tilas's, Hisinger's und Hausmann's Schriften ist es bekannt, dass Sandsteine, Quarz, und conglomeratartige Concretionen die Gegend um den *Fämundsee*, so wie die Reichsgränze zwischen *Oesterdalen* in *Norwegen* und *Dalarne* in *Schweden* constituiren. Es ist ausser allem Zweifel, dass die Gesteine in diesem weitläufigen

*) Sollte es wirklich unmöglich seyn, organische Reste in diesen Kalkmassen zu finden? Sie verdienen in dieser Hinsicht die sorgfältigste Untersuchung.

Terrain zuſammenhängend und identiſch mit jenem im Profile von *Elverum* nach *Mora* ſind. Allein fortgeſetzte Beobachtungen über ihre Verknüpfung fehlen bis jetzt, und ſind zum groſsen Theil unmöglich. Denn die ſüdlichen und öſtlichen Theile von *Oesterdalen* ſind ſo mit Wald, Sand und Moraſt bedeckt, daſs der feſte Felsboden nur ſehr ſelten zu Tage tritt.

Dieſs wird zumal ſehr fühlbar, wenn man die Contactsverhältniſſe des Terrains unterſuchen und deſſen Gränzen beſtimmen will. Vielleicht hat noch Niemand das unmittelbare Zuſammentreffen der conglomeratartigen Gebilde mit der Gneusformation beobachtet, und die Gränzen dürften wohl immer ſehr ungewiſs bleiben. Leopold v. Buch vermuthete, daſs die oben angedeutete Linie von *Hedemarken* nach *Oesterdalen* den Glommen zwiſchen *Aamodt* und *Elverum* ſchneiden, von da über den ſüdlichen Theil des *Osen-Sees* laufen, und durch *Nedre-Tryssild* zur Reichsgränze fortſetzen dürfte. Beim Eintritte von *Elverum* in *Aamodt* hat man noch Gneus, und etwas weiter aufwärts erſcheinen die Grauwackgebilde. In ſofern wird alſo jene Vermuthung beſtätigt. Allein auf dem linken *Glommenufer* ſcheint die Gränzlinie etwas höher nach Norden aufzuſteigen, als das Vorkommen des Sandſteines an der Reichsgränze vermuthen läſst; denn man hat neulich gefunden, daſs der Gneus bis *Tryssilds* Kirche vordringt, und daſs er ſich wohl bis hoch hinauf an den *Osensee* zieht *).

*) Eine halbe Meile nördlich von genannter Kirche bricht man Kalk; ſollte er vielleicht einer Parallelmaſſe mit jenem angehören, welchen v. Buch vom *Osensee* her anführt?
A. d. V.

Hinſichtlich der nördlichen Gränze läſst ſich anführen, daſs die conglomeratartigen Bildungen des *Fämundsees* von Glimmerſchiefer in einer Linie begränzt werden, die durch *Tussingdalen* und quer über den Waſſerlauf zwiſchen dem *Feragen*- und *Fämund-See* läuft, von wo ſie bald nach *Herjedalen* in Schweden gelangt. Wie ſich dieſe Linie gegen Südweſten verhalte, iſt unbekannt, und es bleibt eine intereſſante Aufgabe für künftige Beobachter, wie der langſame Uebergang aus den Geſteinen des ſüdlichen *Guldbrandsdalen* in *Dovres* Gneus mit dem plötzlichen Auftreten des Glimmerſchiefers in *Tussingdalen* zu vereinigen ſey.

Eine andre Aufgabe betrifft die Verknüpfung des Terrains mit porphyrartigen und granitiſchen Bildungen. In dieſer Hinſicht verdienen die Porphyre und Syenite *) in *Dalarne* vorzügliche Aufmerkſamkeit, wie denn zugleich *Trohnfjelds Diallage*-Concretionen in Betrachtung gezogen werden müſsten **).

Auſserhalb der Diſtricte von *Christiania* und vom *Mjösen* kennt man bis jetzt kein Verſteinerungs-terrain in Norwegen.

Dagegen treten Felsarten von Sandſtein- und Conglomerat-Structur, noch an vielen Orten auſserhalb der Territorien auf, welche uns bisher beſchäftigten. Wir können folgende Gegenden anführen:

*) Vergl. Hausmanns Reiſe V. 23ſtes Stück.

**) Vergl. Esmark im nordiſchen Archiv v. Pfaff u. Scherer III. 3, 199. *A. d. V.*

1) *Valders* und *Hallingdal* in *Agershuus-Stift*. Verschiedene conglomeratartige Concretionen, und Bildungen, welche mit dem theils dichten, theils körnig abgesonderten Quarzgesteine *Söndfjelds* und des mittleren *Guldbrandsdalen* identisch sind, kommen in Connexion mit Thonschiefer und mächtigen granitischen Concretionen vor.

2) *Tellemarken* in *Christiansands-Stift*; Quarzgestein, welches weniger von der Gneusformation differirt, als jenes in *Valders*, aber mehr als der Quarz im oberen *Guldbrandsdalen*, ist vorherrschend in einem Terrain, welches unter andern auch conglomeratartige Gesteine aufnimmt.

3) *Sogn* und *Söndfjord in Bergenhuus-Stift*. Ein eigenthümliches Sandsteinterrain bildet einen Theil der Inseln am Auslauf des *Sognefjordes* und auf dem Festlande am *Dalsfjorde*.

4) Die Gegend südlich um den *Trondhjemsfjord*; sie wird zum Theil von Grauwackbildungen in Begleitung von Thonschiefer und Kalk gebildet, und gleicht dem Terrain im südlichen *Guldbrandsdalen*.

5) *Finmarken*. Ein anscheinend mit *Tellemarkens* Gestein identischer Quarzfels kommt mit Sandstein, mit schwarzem, feinkörnigem Kalk und granitischen Concretionen vor.

Die bisher angestellten Beobachtungen über diese merkwürdigen Terrains sind sämmtlich durch v. Buchs, Naumanns und Hisingers Schriften, so wie durch das in *Christiania* herauskommende *Magazin* for Naturvidenskaberne zur öffentlichen Kunde gelangt.

Berichtigung zu Keilhaus Bemerkungen
im 11. und 12. Stücke dieses Jahrganges.

1) In Stück 11 ist statt tab. VII durchgängig tab. IX, in Stück 12 S. 392 u. S. 413 statt tab. VII tab. XIII und aufserdem ebenfalls tab. IX zu lesen.
2) In Stück 12 S. 415 u. 419 ist statt *Stättet Slottet*, und statt *Jernager* durchgängig *Jevnager* zu lesen.

Mehrere andere Berichtigungen folgen am Schlusse des nächsten Bandes.

II.

Verfuche über die Gefchwindigkeit des Schalles, gemacht in Holland,

von

Dr. G. Moll, Prof. d. Phyf. an d. Univ. z. Utrecht
und dem Dr. Van Beek.

(Fortfetzung.)

Verfuche am 28t. Juni 1823, verglichen mit der Theorie.

Am 28. Juni 1823 wurden 14 gleichzeitige Schüffe an beiden Stationen fowohl gefehen als gehört. Die folgende Tafel enthält die Refultate.

Ordnungs-zahl der Schüffe	der Schall ging vom Kooltjesberg nach Zevenboompjes in	der Schall ging von Zevenboompjes nach dem Kooltjesberg in:	Ordnungs-zahl der Schüffe	der Schall ging vom Kooltjesberg nach Zevenboompjes in	der Schall ging von Zevenboompjes nach dem Kooltjesberg in
3	51″,81	52″,12	10	52 18	50,17
4	51,94	52,10	12	52,40	52,19
5	51,77	51.28	14	52,27	52,62
6	51,98	52.51	15	52,27	51,66
7	52,17	52,46	17	52,23	51,52
8	52,15	52,28	18	52,49	51,99
9	52,25	53,10	19	52,56	51,60

Summe der zweiten und fünften Kolumne = 730,47
Summe der dritten und fechsten . = 727,60

Das mittlere Refultate der Verfuche am 28t. Juni 1823 ist $\frac{730'',47 + 727'',60}{28} = 52,07$, in welcher Zeit der Schall die Bafis von 17669,28 Meter oder 57988,2264 engl.

Fuſs durchlief. Dieſemnach betrug die mittlere Geſchwindigkeit des Schalles am 28t. Juni 339,34 Meter = 1113,669 engl. Fuſs auf die Sekunde.

Die mittlere Temperatur zur Zeit dieſer Verſuche war:

auf Zevenboompjes	10°,07 C.
- Kooltjesberg	11,36	-
mittlere Temperatur	11,215 -	$= t$

Die mittlere Barometerhöhe, wegen der Capillarität corrigirt und auf 0° C. reducirt, zu:

Zevenboompjes	0,7476	Meter
Kooltjesberg	0,7487	-
mittlerer Barometerſtand oder p =	0,74815	-
mittlere Spannung der Waſſerdämpfe nach dem Daniell'ſchen Hygrometer, F =	0,00840465	-

Wenn dieſe Gröſsen in der Formel ſubſtituirt werden, haben wir die Geſchwindigkeit des Schalles am 28. Juni 1823 theoretiſch, $V = 335^{m},10$ Meter = 1099,753 engl. Fuſs. Nach dem Verſuch war ſie $339^{m},34$ = 1113,669 engl. Fuſs, folglich beträgt der Unterſchied zwiſchen Theorie und Erfahrung 4,24 Meter = 13,916 engl. Fuſs.

Es ſcheint alſo nach den Verſuchen am 27. und 28. Juni, daſs der Schall in Wirklichkeit ſchneller geht als zufolge der theoretiſchen Berechnung.

Am 27. Juni war der Unterſchied zwiſchen Verſuch u. Theorie, $4^{m},92$
- 28 - - - - - - - - 4,24

Der Unterſchied zwiſchen den Verſuchen am 27. und 28. Juni iſt nur $0^{m},62$ oder 2,3629 engl. Fuſs, das iſt ungefähr $\frac{1}{21}$ des mittleren Reſultates der Verſuche an beiden Tagen.

Die franzöſiſchen Phyſiker fanden zwiſchen ihren

Versuchen am 23. und 24. Juni 1822 einen Unterschied von $\frac{1}{90}$. Der Unterschied von $\frac{1}{172}$, welchen wir erhielten, wird noch mehr verringert, wenn wir die Beobachtungen an beiden Tagen, auf trockne Luft und auf die Temperatur 0° C. reduciren. Die Formel, mittelst welcher die Geschwindigkeit des Schalles bei gegebenen hygrometrischen Zuständen und gegebenen Temperaturen auf diejenige zurückgeführt wird, welche bei trockner Luft und 0° C. Temperatur Statt finden würde, ist, wenn U' die letztere Geschwindigkeit und U die Geschwindigkeit bei einer Spannung der Wasserdämpfe $= F$ bezeichnet, folgende:

$$U' = \frac{U}{\sqrt{1 + 0{,}00375.t}} \times \sqrt{(1 - 0{,}37651)\frac{F}{p}}$$

Am 27. Juni 1823 hatten wir:

$U = 340^{m},06 = 1116{,}032$ engl. Fufs.

$t = 11^{\circ},16$ C.

$F = 0{,}00925307$

$p = 0{,}^{m}74475$

Werden diese Gröfsen in der Formel substituirt, so haben wir

$U' = 332^{m},38 = 1090{,}827$ engl. Fufs.

Am 28. Juni 1823 hatten wir:

$U = 339^{m},34 = 1113{,}669$ engl. Fufs

$t = 11{,}215$ C.

$F = 0{,}00840465$

welches, in der Formel substituirt, uns giebt

$U' = 331^{m},72 = 1088{,}661$ engl. Fufs.

Der Unterschied zwischen den Beobachtungen an beiden Tagen, nach Reduction auf trockne Luft und 0° C. ist also $= 0^{m},66 = 2{,}166$ Fufs oder $\frac{1}{503}$ von dem Mittel der Beobachtungen an beiden Tagen. Es zeigt sich ferner, dafs bei unsern Versuchen am 27. und

28. Juni 1823 die mittlere Geschwindigkeit des Schalls in völlig trockner Luft und bei 0° C. Temperatur, war: 332m,05 = 1089,744 Fuſs auf die Sekunde.

Versuche am 25. Juni, als die Schüſſe nicht wechſelſeitig geſchahen.

Die folgenden Verſuche werden, wie ich glaube, beweiſen, daſs man bei Verſuchen über die Geſchwindigkeit des Schalles ſich nur auf ſolche Beobachtungen verlaſſen kann, bei welchen die Schüſſe wechſelſeitig an beiden Stationen und in derſelben Sekunde geſchehen, auch an beiden Stationen gehört und geſehen werden. Am 25. Juni wurde die auf Zevenboompjes abgefeuerte Kanone auf dem Kooltjesberg nicht gehört, wohl aber auf Zevenboompjes die Schüſſe von der andern Station. Die folgende Tafel zeigt die Zeit, welche nach den Beobachtungen auf Zevenboompjes zwiſchen Licht und Schall verfloſs:

Beobachtungen auf Zevenboompjes; Schüſſe auf dem Kooltjesberg.

Ordnungszahl der Schüſſe	Zeit zwiſchen Licht und Schall	Ordnungszahl der Schüſſe	Zeit zwiſchen Licht und Schall
1	52″,31	12	52″,27
2	52,59	14	52,52
4	52,47	15	52,54
7	52,20	16	52,43
8	52,47	17	51,91
10	52,17	19	52,50

Die Summe iſt 628″,39 und dieſe durch 12, die Anzahl der Beobachtungen, dividirt, giebt für die Zeit in welcher der Schall die Baſis durchlief = 52″,37.

Die mittlere Geschwindigkeit auf eine Sekunde, war also: $337^m,39$ = 1107,268 engl. Fufs.

Die mittlere Temperatur zur Zeit dieser Versuche war:

zu Zevenboompjes	7°,41 C.
Kooltjesberg	8,54 -
mittlere Temperatur der Luft	= 7,975 - = t.

Mittlerer Barometerstand bei 0° C, und wegen der Kapillarität corrigirt,

zu Zevenboompjes	$0^m,7522$
- Kooltjesberg	0,7538
Mittlerer Barometerstand	0,7530 = p

Mittlere Spannung der Wasserdämpfe in der Luft:

zu Zevenboompjes	0,00737444
- Kooltjesberg	0,00706966
Mittlere Spannung	0,00722205 = F

Nach Substitution dieser Gröfsen in der Formel haben wir für die Geschwindigkeit des Schalles, bei 0° C. Temperatur und völlig trockner Luft, $U' = 331^m,85$ = 1089,087 engl. Fufse.

Versuche am 26. Juni 1823, als die Schüsse nicht wechselseitig geschahen.

Am 26. Juni wurden die nachstehenden auf Zevenboompjes abgefeuerten Schüsse zu Kooltjesberg gesehen und gehört, nicht aber an ersterer Station die Schüsse von des letzteren gehört.

Schüsse zu Zevenboompjes, gehört und gesehen auf dem Kooltjesberg.

Ordnungszahl der Schüsse	Zeit zwischen Licht und Schall	Ordnungszahl der Schüsse	Zeit zwischen Licht und Schall
1	50″,20	11	50″,99
2	50,80	12	50,81
3	51,44	13	51,00
4	52,20	14	51,01
5	51,10	16	51,12
9	50,11		

Die Summe ist 560″,78, von welcher das Mittel = 50″,98 eine Geschwindigkeit von 346m,59 = 1137,134 Fuſs in der Sekunde giebt. Die Temperatur war zu jener Zeit

auf Zevenboompjes	11°,57
Kooltjesberg	12,54
Mittlere Temperatur	12,055 = t

Mittlerer Barometerstand zu Zevenboompjes	0m,7493
- - - Kooltjesberg	0m,7512
Mittel aus beiden Ständen	0,75025 = p
Mittlere Spannung der Wasserdämpfe zu Zevenboompjes	0,00892922
- - - - - Kooltjesberg	0,01011376
Mittlere Spannung der Wasserdämpfe . . .	0,00952149 = F

Wird die beobachtete Geschwindigkeit des Schalles nach diesen Datis auf trockne Luft und auf 0° C. Temperatur reducirt, so haben wir U' = 338m,20 = 1109,927 engl. Fuſs. Die Versuche am 25. Juni gaben aber U' = 331m,85 = 1089,087 engl. Fuſs, folglich ist die Differenz zwischen den Versuchen am 25. und 26., bei welchen die Schüsse nur an *einer* Station gehört wurden, (were not reciprocal) = 6m,35 = 20,840 engl. Fuſs auf die Sekunde. Dieser Unterschied ist unge-

fähr $\frac{1}{53}$ von dem Mittel aus beiden Beobachtungen. Am 27. und 28. Juni aber, als die Schüsse gegenseitig gehört wurden (were reciprocal) betrug der Unterschied zwischen den Resultaten beider Tage nur $0^m,66$ = 2,166 Fuss, das ist ungefähr $\frac{1}{303}$ des mittleren Resultates aus den Beobachtungen.

Aus dem Vergleiche dieser Resultate können wir mit Sicherheit schliessen, dass nur diejenigen Schüsse dem Zwecke dieser Versuche entsprechen, welche an beiden Stationen genau zu gleicher Zeit abgefeuert wurden.

In dieser Hinsicht, glaube ich, können unsere Versuche auf einige Beachtung Anspruch machen, da die grosse Sorgfalt und Geschicklichkeit unserer Artilleristen uns in den Stand setzte, die Kanonen innerhalb des Intervalles von einer Sekunde abzufeuern.

Resultate der von verschiedenen Physikern über die Geschwindigkeit des Schalles angestellten Versuche.

Namen des Beobachters	Zeit des Versuches	Ort des Versuches, in:	Länge der Basis. Meter	Geschwindigk. des Schalles auf die Sekunde, in Meter	
Mersenne		Frankrch.		448	1
Florentiner Physiker	1660	Italien	1800	361	2
Walker	1698	England	800	398	3
Cassini, Huygens		Frankrch.	2105	351	4
Flamsteed et *Halley*		England	5000	348	5
Derham	1704 u. 1705	England	1600 bis 2000	348	6
Französische Akademiker	1738	Frankrch.	22913 u. 28526	332,93 bei 0° C.	7
Bianconi	1740	Italien	24000	318	8
La Condamine	1740	Quito	20543	339	9
La Condamine	1744	Cayenne	39429	358	10
T. T. Mayer	1778	Deutschl.	1040	336,86	11
G. E. Müller	1791	Deutschl.	2600	338	12
Espinosa et *Banza*	1794	Chili	16345	356,14 bei 0° C.	13
Benzenberg	1809	Deutschl.	9072	333,07 bei 0° C.	14
Arago, Mathieu, Prony	1822	Frankrch.	18612	331,05 bei 0° C	15
Moll, Van Beek u. *Kuytenbrouwer*	1823	Niederl.	17669,28	332,05 bei 0° C. u. trockne Luft	16

1) Mersenne de Arte Ballistica Prop. 39. (die obenstehende Tafel ließe sich noch leicht durch einige Angaben aus älterer Zeit erweitern; allein diese haben jetzt nur ein rein historisches Interesse. *P.*)
2) Tentamina Experim. Acad. del Cimento L. B. 1738. Pt. II. p. 116.
3) Philos. Transact. 1698. No. 247.
4) Duhamel Hist. Acad. Reg. L. II. Sect. 3. Cap. II.
5) Phil. Trans. 1708 et 1709.
6) ibid. ibid.
7) Mém. de l'Acad. des Sciences 1738 et 1739.
8) Comment. Bononienses, Vol. II. p. 365.
9) La Condamine Introduction Historique etc. 1751 p. 98.
10) Mém. de l'Acad. Royale des Sciences 1745. p. 488.
11) J. T. Mayer Practische Geometrie. Göttingen 1792. B. I. p. 166.
12) Müller. Götting. Gelehrt. Anzeigen. 1791. St. 159 und Voigt's Magazin B. 8. St. 1. p. 170.
13) Annales de Chim. et Phys. T. VII. p. 93.
14) Gilberts Annalen, neue Folge B. V. p. 383.
15) Connoissance des Tems. 1825. p. 361.

Anhang. Die obige Untersuchung der Hrn. Moll und Van Beek steht in ihrer Art so vollendet da, dass es gewiss nicht nöthig ist, zur Bestätigung ihrer Resultate, Versuche von anderen Physikern hinzuzufügen. Indess ist in den letztern Jahren die Geschwindigkeit des Schalles zu wiederholten Malen ein Gegenstand der Untersuchung gewesen und die Aufsätze darüber fehlen in den Annalen. Da es nun entweder für jetzt oder in Zukunft einem Leser gelegen seyn könnte, auch jene Arbeiten zu kennen, so halte ich es nicht für überflüssig das Fehlende einzuschalten und diesen Ort als den geeignetsten dazu zu benutzen. Von jenen bisher in den Annalen nicht aufgenommenen Untersuchungen sind vier angestellt worden, nämlich: von den Pariser Akademikern im Jahre 1822, von Hrn. Goldingham zu *Madras* in den Jahren 1820 und 21, vom Dr. Gregory zu *Woolwich* im Jahre 1823 und vom Prof. Stampfer und Maj. v. Myrbach bei *Salzburg* im Jahre 1822. Das Wesentliche aus ihnen werde ich hier kurz zusammenstellen. (*P.*)

1. *Versuche der Pariser Akademiker im Jahre* 1822.

Als Hauptursache der sehr beträchtlichen Abweichungen in den Angaben über die Geschwindigkeit des Schalles, kann der Einfluss des Windes betrachtet werden. Ihm ist nur dadurch vorzubeugen, dass man den Schall möglichst genau zu gleicher Zeit an zwei Stationen erregt, und an beiden die zum Messen seiner Geschwindigkeit nöthigen Beobachtungen anstellt. Dieses Verfahren war von den Pariser Akademikern, die im J. 1738 Schallversuche machten, zwar angezeigt, aber nicht ausgeführt worden. Unter den Beobachtungen jener Physiker ist an einigermaßen correspondirenden nur ein einziges Paar vorhanden, und bei diesem die Angabe über die Temperatur der Luft nur beiläufig genau, auch wurden zu Montlhéry die Zeitbestimmungen nicht mit der erforderlichen Sorgfalt angestellt.

Diese Betrachtungen veranlasste das Bureau des Longitudes, auf Vorschlag des Hrn. Laplace, neue Versuche über diesen Gegenstand zu beschliessen; die Hrn. Prony, Mathieu, Arago, Bouvard, v. Humboldt und Gay-Lussac übernahmen die Aus-

führung. Als Standorte für diese Versuche erwählte man *Montlhéry* und *Villejuif*, deren Entfernung von einander durch Alignemente mit Punkten aus der früheren Vermessung zu 9549,6 Toisen gefunden wurde. An dem ersteren Ort beobachteten die Hrn. Bouvard, v. Humboldt und Gay-Lussac, an dem letzteren die Hrn. Prony, Mathieu und Arago. Vom Geschütz brauchte man Sechspfünder, die abwechselnd mit 2 und 3 Pfd. Pulver geladen wurden. Die Zeit wurde von jedem Beobachter besonders gemessen, von Hrn. Prony mit einem Chronometer der 150 Schläge in der Minute macht und mittelst Schätzung der kleineren Zeittheile, von den übrigen Beobachtern aber mit Chronometern *à arret* von *Breguet*, von welchen einer die Zeit bis auf $\frac{1}{25}$ einer Sekunde angiebt. Die Versuche fingen am 21. Juni 1822, Abends 11 Uhr an. Das Wetter war heiter und ruhig; der schwache Wind, der noch wehte, blies von *Villejuif* nach *Montlhéry* oder genauer von *NNW* nach *SSO*. Die Schüsse von *Villejuif* wurden zu *Montlhéry* zwar gehört, aber sonderbarer Weise nur sehr schwach; umgekehrt hörten die Beobachter zu *Villejuif* alle Schüsse von *Montlhéry* sehr deutlich. Die Kanone zu *Villejuif* hatte bei diesen Versuchen einen ziemlich beträchtlichen Winkel mit dem Horizont gemacht. Da nun die sonderbare Erscheinung vielleicht von diesem Umstand herrühren mochte, so stellte man am folgenden Abend, am 22. Juni, als man die Versuche wiederholte, jene Kanone genau horizontal. Allein dennoch wurden nur zu *Villejuif* die Schüsse von der andern Station gehört; zu *Montlhéry* hingegen hörten die Hrn. Gay-Lussac und Bouvard nur schwach einen einzigen Schuss von zwölfen, die zu Villejuif abgeschossen wurden. Bei diesen letzten Versuchen wurde zu *Villejuif* die Zeit auch von Rieussec, Uhrmacher in Paris, gemessen, mittelst eines Instrumentes von seiner Erfindung, Namens *Chronograph* *). Die nachstehenden Tafeln enthalten das

*) Dieser Chonograph hat, so wie er in den Ann. de Ch. et Ph. Tom. XVIII. p. 391 beschrieben ist, folgende Einrichtung. An Gröſse und Gestalt gleicht er einem groſsen Taschenchronometer. Statt des Zeigers ist das Zifferblatt beweglich und dasselbe dreht sich um eine in seiner Mitte und senkrecht auf seiner Ebene stehenden Axe innerhalb einer Minute einmal

Ausführliche über die an beiden Abenden gemachten Beobachtungen:

herum. Der Umfang dieses Zifferblattes ist in 60 Theile getheilt, von denen jeder den Werth einer Sekunde besitzt. Um die Bruchtheile der Sekunde beobachten zu können, ist zur Seite eine Feder oder Metallspitze angebracht, die einen offnen, mit Druckerschwärze (noir à l'huile) gefüllten Kegel durchdringt, und auf den Druck einer Feder einen Punkt auf der Theilung des Zifferblattes macht. Man braucht also nur diese Feder zu Anfange und Ende einer Erscheinung niederzudrücken, um die Dauer derselben durch die gemachten Punkte bis auf Bruchtheile der Sekunde zu messen, da die Minuten durch die ganzen Umläufe des Zifferblattes von der Uhr noch besonders angegeben werden. Der Mechanismus, durch welchen die Punkte auf das Zifferblatt gebracht werden, hat keinen störenden Einfluss auf den Gang der Uhr; auch überzeugten sich die zur Prüfung dieses Instrumentes ernannten Commissaire (Prony und Breguet), dass der schwarze Punkt gleichzeitig mit dem Druck an der Feder gemacht wird.

I. Tafel über die correspondirenden Schüsse, die zu *Mont*

Montlhéry						Zeit der Beobachtung und Pulverladung der Kanone
Zeit der Beobachtung und Pulverladung der Kanone	Dauer der Fortpflanzung		Thermometer	Hygrometr	Barometer	
10h 30′ 2 Pfund	Humboldt 54″5 Gay-Lussac 54.5 Bouvard 54.5	54″5	+ 16°5	59°	mm 754,9	10h 25′ 2 Pfd.
10h 40′ 3 Pfd.	H. . 54,9 G. . ... B. . 55,0	54,9	16,5	59	755,3	10h 35′ 3 Pfd.
11h 0′ 3 Pfd.	H. . 53,9 G. . ... B.	53,9	16,4	59	755,6	10h 55′ 3 Pfd.
11h 10′ 2 Pfd.	H. . ... G. . 54,5 B. . 54,7	54,6	16,3	59	755,6	11h 5′ 2 Pfd.
11h 20′ 3 Pfd.	H. . 54,3 G. . 54,3 B. . 54,3	54,3	16,3	59	755,6	11h 15′ 3 Pfd.
11h 30′ 2 Pfd.	H. . 54,5 G. . 54,5 B. . 54,5	54,5	16,3	60	755,6	11h 25′ 2 Pfd.
11h 40′ 3 Pfd.	H. . 54,1 G. . ... B. . 54,5	54,3	16,3	60	755,6	11h 35′ 3 Pfd.
Mittel		54″43				

Ihéry und zu *Villejuif* am 21. Jun. 1822 gehört wurden.

Villejuif						Mittlere Dauer der Fortpflanzung	Mittlerer Stand des		
Dauer der Fortpflanzung		Thermometer	Hygrometr	Barometer			Thermometers	Hygrometers	Barometers
Prony 54''7, Mathieu 54,8, Arago 55,0	54''8	+16°0	84°	mm 757,31		54''7	16°2	71°	mm 756,1
P. 54,8, M. 55,2, A. 55,0	55,0	15,9	84	757,31		55,0	16,2	71	756,3
P. 54,6, M. 55,0, A. 54,9	54,8	15,4	85	757,31		54,4	15,9	72	756,5
P. 54,6, M. 55,0, A. 54,6	54,7	15,4	85	757,31		54,7	15,8	72	756,5
P. 54,6, M. 55,0, A. 55,0	54,9	15,4	86	757,32		54,6	15,8	72	756,5
P. 54,6, M. 54,9, A. 54,8	54,8	15,1	87	757,32		54,6	15,7	73	756,5
P. . . ., M. 54,9, A. 54,8	54,8	14,4	89	757,32		54,6	15,4	74	756,5
Mittel	54''81					54,6	15,9	72	756,4

II. **Tafel über die Fortpflanzung des Schalles am**

Schüsse von 2 Pfd. Pulverladung	Zeit der Fortpflanzung			Thermometer	Hygrometer	Barometer
				zu *Villejuif* und *Montlhéry*		
11h 3'	Prony	53"7				mm
	Mathieu	53,5	53"7	17°3 V.	98° V.	756,68 V.
	Arago	54,0		18,3 M.	94 M.	755,60 M.
	Rieussec	55,5		17,8	96	755,64
11h 20'	P. .	53,7				
	M. .	54,0	53,9	17,2	98	756,62
	A. .	54,0		18,3	94	754,60
	R. .	54,0		17,8	96	755,61
11h 40'	P. .	53,8				
	M. .	53,8	53,7	16,5	100	756,56
	A. .	53,7		18,5	94	754,60
	R. .	53,7		17,5	97	755,58
12h 0'	P. .	53,8				
	M. .	53,5	53,6	17,8	99	756,56
	A. .	53,7		18,7	94	754,60
	R. .	53,6		18,2	97	755,58
12h 20'	P. .	53,8				
	M. .	53,6	53,7	18,2	95	756,56
	A. .	53,7		. . .	94	754,60
	R. .	53,7		18,2	94	755,58
12h 40'	P. .	53,7				
	M. .	53,7	53,7	17,9	94	756,56
	A. .	53,7		. . .	94	754,60
	R. .	53,8		17,9	94	755,58
Mittel			53"72	17,9	96	755,59

22. Juni 1822 von *Montlhéry* nach *Villejuif*.

Schüsse von 3 Pfd. Pulverladung	Zeit der Fortpflanzung			Thermometer	Hygrometer	Barometer
				zu *Villejuif* und *Montlhéry*		
11h 9'	Prony	53"7				mm
	Mathieu	54,0	53"9	17°2 V.	98° V.	756,66 V.
	Arago	54,0		18,2 M.	93 M.	754,60 M.
	Rieussec	54,0		17,8	95	755,63
11h 30'	P.	53,7				
	M.	54,0	53,8	17,0	98	756,59
	A.	53,8		18,0	94	754,60
	R.	53,8		17,5	96	755,59
11h 50'	P.	53,6				
	M.	54,0	53,8	16,6	100	756,56
	A.	53,7		18,6	94	754,60
	R.	53,7		17,6	97	755,58
12h 10'	P.	53,7				
	M.	53,5	53,6	17,8	97	756,56
	A.	53,5		...	94	754,60
	R.	53,8		17,8	95	755,58
12h 50'	P.	53,7				
	M.	53,7	53,8	17,5	95	756,51
	A.	54,1		...	94	754,60
	R.	53,8		17,5	94	755,55
Mittel			53"78	17°6	95°	755,58

Nimmt man aus den Versuchen am 21. Juni, bei welchen die Schüsse correspondirend waren, das Mittel, so ergiebt sich, dass der Schall 54''6 gebrauchte um eine Strecke von 9549,6 Toisen in Luft von 15°,9 C. zu durchlaufen. Darnach war seine Geschwindigkeit in der Sekunde = 174,9 Toisen. Die Correction wegen der Temperatur der Luft beträgt für jeden Grad der 100theil. Scale = 0t,321; folglich ist die Geschwindigkeit des Schalles bei + 10° C. = 173,01 Toisen = 337,2 Meter. Den Fehler in Messung der Standlinie schätzt Hr. Arago auf 2 Toisen, den in Messung der Zeit auf 0'',2. Für die Geschwindigkeit des Schalles geht aus ersterem ein Fehler von 0,04 Toisen hervor, aus letzterem einer von 0,64 Toisen, und das obige Resultat würde diesemnach ungefähr bis auf einen Meter richtig seyn *).

Am 22. Juni konnte man, wie erwähnt, zu Montlhéry nur ein einziges Mal die Schüsse von *Villejuif* hören. Der Schall durchlief dabei die Basis in 54''3, wonach die Geschwindigkeit desselben um $\frac{1}{91}$ grösser ausfiel, als nach der eben gemachten Bestimmung. Das Hygrometer zeigte an diesem Abend, im Vergleich zu den vorhergehenden, etwas mehr Feuchtigkeit an, und das Thermometer stand um 2° C. höher; aber diese Umstände erklären die Abweichung nur zum Theil. Hr. Arago hält es daher für möglich, dass das bekannte Verhältniss $\frac{c'}{c}$, mit dessen Quadratwurzel die Newtonsche Formel multiplicirt werden muss, durch die Feuchtigkeit der Luft veränderlich werde; auch stellt Hr. Laplace als Muthmassung auf, dass die Schallwellen in einer Luft, die dem Maximo ihrer Feuchtigkeit nahe ist, Wasserdämpfe niederschlagen und so latente Wärme frei machen könnten, wodurch die Geschwindigkeit des Schalles vergrössert werden würde.

Die obigen Versuche können streng genommen nicht als gleichzeitig angesehen werden, da die correspondirenden Schüsse noch

*) Bei den Versuchen am 14. und 16. März 1738 gab es nur 2 Schüsse, die man allenfalls correspondirende nennen kann, obwohl doch 35' zwischen ihnen verflossen. Diese gaben im Mittel die Geschwindigkeit = 172t,56; die Temperatur betrug ungefähr + 6° C., folglich ergiebt sich die Geschwindigkeit des Schalles auf + 10° C. reducirt. aus diesen Versuchen = 173t,84 welche die neuere Bestimmung nur um 0,83 Toisen übertrifft.

durch Zwischenzeiten von 5' von einander getrennt waren. Hr. A. bemerkt indess, dass, obgleich sich hierauf Einwürfe machen lassen, dennoch wegen der Gleichmässigkeit und geringen Stärke des Windes, die Versuche am 21. Juni unter den günstigsten Umständen angestellt wurden, wie es auch durch die geringen Unterschiede zwischen den einzelnen Angaben bewiesen werde. Hr. A. bemerkt ferner, es könne, selbst wenn die Schüsse an beiden Stationen gleichzeitig geschehen, die halbe Summe der Fortpflanzungszeiten dennoch nicht unabhängig von dem Einfluss des Windes seyn. Denn wenn z. B. zu Villejuif in dem Augenblick, als daselbst ein Schuss gethan wird, ein Windstoss in Richtung nach Montlhéry anlange, so werde der Schall vermöge seiner grösseren Geschwindigkeit dem Winde voreilen und sich nach *Montlhéry* wie in ruhiger Luft fortpflanzen; der zu *Montlhéry* gleichzeitig mit diesem erregte Schall aber auf seinem Wege nach *Villejuif* dem Winde begegnen und mehr oder weniger von ihm aufgehalten werden.

Die merkwürdigen Unterschiede in der Intensität des Schalles wagt Hr. A., nicht zu erklären, da er darüber nur beweislose Muthmassungen aufstellen könne. Dagegen führt derselbe an, dass die zu Monthléry gethanenen Schüsse daselbst sämmtlich mit einem donnerähnlichen Rollen verbunden waren, das 20'' bis 25'' anhielt. Nichts diesem Aehnliches fand zu Villejuif Statt. Es begegnete den Beobachtern daselbst nur, zwei Schüsse von Montlhéry innerhalb wenigstens einer Sekunde, viermal wiederholt zu hören. Zwei andere Schüsse von daher waren von einem nachhallenden Rollen begleitet. Diese Erscheinungen fanden niemals anders statt, als wenn in dem Augenblick eine Wolke zum Vorschein kam; bei völlig heiterem Himmel war der Knall nur einfach und kurz. Hr. A. fragt zuletzt, ob es hieraus nicht erlaubt zu schliessen sey, dass die zu *Villejuif* beobachtete Vervielfältigung der Schüsse von Montlhéry durch ein Echo an den Wolken erzeugt wurde, und ob man nicht aus dieser Thatsache einen Schluss zu Gunsten derjenigen Theorie machen könne, durch welche einige Physiker das Rollen des Donners erklärt haben. Noch muss bemerkt werden, dass man nicht eher mit der Ladung der Kanonen abwechselte, als bis man sich versichert hielt, dass diess keinen Einfluss auf die Geschwindigkeit des Schalles hatte. Hr. Laplace hat dem Berichte (in der

Conn. de temps, année 1825) aus welchem das Obige frei ausgezogen wurde, eine Note hinzugefügt (a. a. O. p. 371), in welcher er zeigt, dafs das Resultat dieser Versuche nur um 3m,174 gröfser ist, als es nach der Theorie seyn müsse. Setzt man nämlich in der Formel:

$$V = \sqrt{\frac{gp\,(1+0{,}00375.t)}{D}\,\frac{c'}{c}}$$

die Werthe, welche **Borda** für g (= 9m,808674), **Biot** und **Arago** für D $\left(= \frac{1}{10466{,}82}\right.$ bei $p =$ 0m,76) und **Gay-Lussac** und **Welter** für $\frac{c'}{c}$ (= 1,3748) gefunden haben, und bringt die Correction für die Temperatur an (die bei den Versuchen im Mittel 15°9 C betrug), so erhält man für die Geschwindigkeit des Schalles = 337m,144. Das Saussure'sche Hygrometer stand aber auf 72°. Hr. Laplace findet, indem er die Versuche des Hrn. Gay-Lussac über dieses Hygrometer, und die Angabe desselben Physikers über das spec. Gew. des Wasserdampfs ($\frac{10}{16}$ gegen Luft) zu Hülfe zieht, dafs diefs eine additive Correction von 0,m571 erfordert. Dadurch wird die Geschwindigkeit des Schalles bei 15°9 C., theoretisch bestimmt = 337m,715; nach dem Versuche war sie bei derselben Temperatur = 340m,889, also 3m,174 gröfser. Hr. L. bemerkt ferner, dafs die Angabe der Hrn. Gay-Lussac und Welter über das oft erwähnte Verhältnifs: $\frac{c'}{c}$ auf 4 bei 0m,757 Barometerstand gemachten Versuchen beruhe, die einzeln nur um $\frac{1}{118}$ vom Mittelwerthe abweichen, und dafs jenes Verhältnifs zwischen den Temperaturen — 20° C. und + 40° C., so wie zwischen einem Druck von 0m,142 und dem von 2m,300 nahe constant bleibe.

2. *Versuche des Hrn. Goldingham zu Madras.*

Diese Versuche wurden gelegentlich angestellt. Im Südwesten von dem Observatorium zu Madras, das unter Direction des Hrn. G. steht, liegt das *Fort St. George*; im Nordosten von jenem der *St. Thomasberg* mit einer Artilleriekaserne. An beiden Orten wird nach herkömmlicher Sitte Morgens und Abends eine Kanone gelöst und zwar ein 24 Pfünder mit 8 Pfd. Pulverladung. Ein am Observatorium neu errichtetes Gebäude, das eine freie Aus-

sicht über die umliegende Gegend und namentlich auf jene beiden Punkte gewährt, veranlasste Hrn. G., das regelmässige Abfeuern der Kanonen zu einer Reihe von Beobachtungen über die Geschwindigkeit des Schalles zu benutzen aus welcher hier Einiges mitgetheilt werden wird. An Zahl ist diese wohl nicht übertroffen, denn es wurden vom Juli 1820 bis November 1821 theils von ihm selbst meistens aber von zwei beim Observatorium angestellten Braminen, gegen 800 Schüsse beobachtet, worüber die Phil. Transact. for 1823 pt. 1 p. 96 u. f. f. das vollständige Tagebuch enthalten. Leider ist aber ein großer Theil dieser Versuche für den gegenwärtigen Zustand der Physik nur von geringem Werthe, weil die Schüsse nicht an beiden Endpunkten der Standlinie und zu gleicher Zeit gethan wurden, also die Resultate mit dem Einfluss des Windes behaftet blieben. Hr. Goldingham hat indess aus seinem Tagebuche diejenigen Beobachtungen besonders zusammengestellt, welche bei windstiller Witterung gemacht wurden und diese verdienen einige Berücksichtigung, da, wie es scheint, bei dem Beobachten selbst mit Sorgfalt verfahren wurde. Man hat nur zu tadeln, dass beim Barometer die Temperaturangabe fehlt und beim Hygrometer nicht gesagt ist, von welcher Natur dasselbe war; indess lässt sich vielleicht annehmen, dass das Barometer gleiche Temperatur mit der Luft gehabt habe und das Hygrometer ein Saussure'sches gewesen sey (wenn nicht etwa dieses dadurch zweifelhaft wird, dass im Originale die Angaben des Hygrometers mit *dry* überschrieben sind. Man könnte hieraus schliessen, dass die Grade vom Punkte der höchsten Feuchtigkeit ausgehen; bei einigen steht: *damp*, und diese sind in nachstehender Tafel mit * bezeichnet). Von jenen bei ruhiger Luft gemachten Beobachtungen setze ich nur diejenigen vollständig hieher, welche sich auf die Schüsse am St. Thomasberg beziehen, weil bei diesen die Standlinie mehr als doppelt so groß ist, wie bei den Schüssen im Fort St. George (der Abstand des Thomasberges vom Observatorium zu Madras beträgt 29547 engl. Fuss, der des Forts St. George nur 13932,8 engl. Fuss), folglich auch bei übrigens gleichen Umständen die Genauigkeit der Resultate in gleichem Verhältnisse stehen muss; da indess die Beobachtungen über die Schüsse im Fort St. George, in Verbindung mit den ersteren einen experimentellen Beweis dafür geben können, dass

der Schall sich mit gleichförmiger Bewegung fortpflanzt, so habe ich auch von diesen die im Jahre 1820 gemachten hinzugefügt. Die Zeit zwischen dem Wahrnehmen des Lichts und Schalls wurde mit Chronometern gemessen, die 5 Schläge in 2 Sekunden machen. In Anzahl dieser Schläge ist die Zeit in nachstehenden Tafeln angegeben. Auf dem Thomasberge wurden die Kanonen Morgens 5 Uhr und Abends 6 Uhr abgefeuert, im Fort St. George um 5 Uhr Morgens und 8 Uhr Abends. In den Tafeln sind diese Tageszeiten durch *m* und *a* unterschieden, ferner ist auch in ihnen die Witterung kurz angedeutet; es bezeichnet *n* = neblich, *w* = wolkig, *h* = heiter, *sh* = sehr heiter. Das Uebrige bedarf keiner Erläuterung.

I. Tafel über die Fortpflanzung des Schalles vom St. Thomasberg nach dem Observatorium zu Madras, bei ruhigem Wetter. Länge der Standlinie = 29547 engl. Fuſs.

	Baromet. engl. Zoll	Thermometer	Hygrometer	Zeit	Wetter
1820		F°			
Aug. 25. *a*	29,955	87,5	19	63,5	*n*
Sept. 16. -	30,045	83,5	14	64	*w*
- 21. -	29,950	82,5	13	64,5	-
- 23. -	30,020	87,0	23	64,5	*n*
- 24. -	30,100	88,5	27	64,0	-
- 30. -	30,173	89,2	22	64,25	*h*
Octbr. 1. -	30,200	89,2	27	64,4	-
- 2. -	30,238	91	34	64,85	*n*
Nov. 8. *m*	30,188	76	12	65	*h*
1821					
Jan. 12. *a*	30,220	82	9	67,5	*h*
- 16. -	30,155	80	8,5	67,0	*n*
- 16 *m*	30,155	76,2	6	66,5	*h*
- 24. *a*	30,055	80,0	12	66,75	-
- 29. -	30,048	81,0	9,5	66,25	-
Febr. 7. -	30,144	80,5	14	66,0	-
- 11. -	30,215	77,0	16	65,5	-
Jul. 15. *m*	29,900	84,5	27	65,25	*w*
- 19. *a*	29,900	86,2	24,8	63,25	-
- — *m*	29,910	85,0	23,5	64,24	-
- 22. *a*	29,858	87,5	31	63,5	*n*
- 29. *m*	29,960	86,0	25,6	64,75	*r*
Aug. 2. *a*	29,915	84,8	22,0	64,25	*w*
- 3. -	29,868	87,0	25,5	63,25	*n*
- — *m*	29,944	80,0	23,5	64,0	-
- 13. *a*	29,920	90,5	33,0	63,75	*w*
- 17. -	29,848	89,8	34,0	63,0	*h*
- 18. -	29,835	87,0	33,0	64,5	-
- 19 -	29,835	89,5	33,5	63,25	*n*

	Baromet. engl. Zoll	Thermometer	Hygrometer	Zeit	Wetter
1821		F°			
Aug. 22. *a*	29,918	90,5	35,0	63,25	*n*
Sept. 4. *m*	29,965	82,7	21,5	65,0	-
- 10. *a*	29,888	86,0	21,0	64,25	*h*
- 11. -	29,868	86,0	20,0	64,5	-
- 13. -	29,858	83,0	22,0	65,75	*n*
- 13. *m*	29,872	80,5	16,0	64,75	*w*
- 15. *a*	29,865	84,2	17,0	64,0	*h*
- — *m*	29,925	82,4	15,0	64,75	-
- 16. *a*	29,880	84,5	15,0	64,0	*n*
- — *m*	29,925	83,0	15,0	63,75	*h*
- 18. -	29,948	84,0	16,5	64,25	*n*
- 19. *a*	29,920	85,6	17,5	64,5	*h*
- 21. *m*	29,818	82,6	17,6	64,75	*w*
- 22. *a*	29,945	85,0	19,0	64,25	*n*
- 24. *m*	29,916	82,6	23,5	63,75	*h*
- 25. *a*	29,878	87,0	28,0	64,75	*w*
- 27. *m*	30,018	82,7	18,0	63,75	*h*
- 28. *a*	29,955	84,4	20,0	65,75	*w*
- 29. *m*	30,034	80,8	18,8	64,0	*h*
- 30. *a*	30,015	84,2	18,5	64,75	*h*
- — *m*	30,074	81,0	18,0	63,75	*sh*
Octbr. 1. -	30,082	82,6	17,8	64,25	*h*
- 4. -	29,975	82,5	16,0	64,25	-
- 5. *a*	29,923	85,5	18,0	64,25	*w*
- 7. *m*	29,990	81,4	16,0	65,25	-
- 8. -	30,015	83,6	17,2	64,5	*h*
- 9. *m*	29,984	83,0	17,8	65,25	-
- 10. *a*	29,978	85,0	25,0	65,5	-
- — *m*	30,030	83,0	19,0	64,5	-
- 11. *a*	30,005	86,0	27,0	66,5	-
- — *m*	30,065	82,0	22,0	64,75	*sh*
- 12. *m*	30,070	79,6	21,5	65,25	*h*
- 13. *a*	30,025	86,0	25,0	66,0	-
- — *m*	30,080	81,0	21,0	65,0	-
Nov. 3. *a*	30,072	77,0	10,2	66,5	*n*

II. Tafel über die Fortpflanzungszeit des Schalles vom Fort St. George nach dem Observatorium zu Madras, bei windstillem Wetter. Länge der Standlinie = 13932,3 engl. Fufs.

	Baromet. engl. Zoll	Thermometer	Hygrometer	Zeit	Wetter
1820					
Jul. 22. *a*	29,925	80,4	15	30	*w*
- 23. -	29,926	82,0	15	31	-
- 28. -	30,025	81,0	9	30	-
Aug. 2. -	30,000	81,0	5	30	-
- 5. *m*	30,030	80,0	7	29	-

	Barometer engl. Zoll	Thermometer	Hygrometer	Zeit	Wetter
1820					
Aug. 7. a	30,015	81,0	11	30	w
- 13. m	30,000	81,4	7	30,5	-
- 14. a	29,950	84,0	11	29,5	-
Sept. 6. -	29,970	82,6	19	31,0	n
- 18. -	30,010	83,0		31,0	h
- 20. -	30,020	82,0	15	31,0	w
- 23. a	30,050	86,6	21	30,5	n
- 24. -	30,088	85,5	26	30,5	h
- 30. -	30,200	87,0	21	31,3	-
Octbr. 1. -	30,210	86,5	22	30,3	-
- 2. -	30,230	87,2	26	30,7	-
- 3. -	30,200	85,2	27	30,5	-
- 24. -	30,088	80,0	1,5*	31,0	-
- 25. -	30,112	80,8	7,5	31,5	-
- 26. -	30,120	78,5	11,0	32,0	-
Nov. 1. -	30,118	82,0	4*	30,5	-
- 3. -	30,125	82,5	4	30,75	-
- 4. -	30,110	81,3	6	31,5	-
- 7. -	30,172	79,0	15	30,75	-
- 8. m	30,188	76,0	12	30,0	-
- — a	30,186	80,4	16	30,25	-
Dec. 5. a	30,100	77,2	4*	31,0	-

Hr. Goldingham hat aus jeder der in den Tafeln enthaltenen Vertikalcolumnen das Mittel genommen und so gefunden; dafs, bei Bar. = 29'',990, Therm. = 83°,95 f., Hygr. = 20°31, der Schall 25'',712 gebrauche, um die Standlinie von 29,547 engl. Fufs zu durchlaufen, seine Geschwindigkeit in der Sekunde also 1149,2 engl. Fufs betrage. Eben so, dafs, bei Bar. = 30,''111, Therm. = 77,°3 F. Hygr. = 11,85, der Schall 12'',313 gebraucht habe, um die kleinere Standlinie von 13932,3 engl. Fufs zu durchlaufen und hiernach seine Geschwindigkeit 1131,5 engl. Fufse auf die Sekunde betrage.

Diese Art, die Beobachtungen zu berechnen, kann indefs von Seiten der Theorie wohl nicht gebilligt werden; vielmehr ist es einleuchtend, dafs man zu einem sichereren Resultate die Beobachtungen einzeln reduciren und dann das Mittel aus den reducirten Werthen nehmen müsse. Leser, welche sich dieses vielleicht zum Geschäft machen wollen, finden dazu in dem Auffatze der Hrn. Moll und Van Beek die nöthige Anleitung.

Hr. Goldingham hat endlich noch seine fämmtlichen Beobach-

tungen nach den Monaten geordnet und auf die so eben erwähnte Art das Mittel genommen. Es läſst sich nun freilich schwer sagen, was man eigentlich an diesen Mitteln habe, allein sie können dazu dienen, den Einfluſs der Temperatur im Rohen auf experimentellem Wege nachzuweisen, und so mag am Schlusse dieses Auszuges das nachstehende Täfelchen hier eine Stelle finden:

Monate	Mittlerer Stand des Barometers	Mittlerer Stand des Thermometers	Mittlerer Stand des Hygrometers	Geschwindigkeit des Schalles
	Zolle	Fahrenh.		engl. Fuſse
Januar	30,124	79°,05	6°,2	1101
Februar	30,126	78,84	14,70	1117
März	30,072	82,30	15,22	1134
April	30,031	85,79	17,23	1145
Mai	29,892	88,11	19,92	1151
Juni	29,907	87,10	24,77	1157
Juli	29,914	86,65	27,85	1164
August	29,931	85,02	21,54	1163
September	29,963	84,19	18,97	1152
October	30,058	84,33	18,23	1128
November	30,125	81,35	8,18	1101
December	30,087	79,37	1,43	1099

3. *Versuche des Dr. Olinthus Gregory zu Woolwich.*

Unter den vom Dr. Gregory gemachten Versuchen haben unstreitig diejenigen das meiste Interesse, bei welchen die Geschwindigkeit des Windes mittelst eines Anemometers gemessen wurde. Diese werde ich etwas umständlicher erwähnen, die übrigen aber nur kurz berühren. Die Standorte bei diesen Versuchen waren abwechselnd Shooter's Hill, Charlton Lane und Kidbrook Lane in der Nachbarschaft von Woolwich, deren Entfernung von einander theils aus einer Speciálkarte von Kent genommen, theils durch neue Operationen bestimmt wurde. Die Angaben darüber

stehen bei den einzelnen Beobachtungen. Die Zeit wurde mit einem von Hrn. Hardy erfundenen und verfertigten Instrumente gemessen, welches Zehntel der Sekunde unmittelbar angiebt, und die Zwanzigstel derselben noch zu schätzen erlaubt. Das Geschütz war bei den nachstehenden Versuchen ein Sechspfünder.

Am 23. Mai 1824 bei einem mäfsig starken Winde aus SW bei W, (nahe in Richtung von Charlton Lane und Kidbrook Lane nach Shooter's Hill), dessen Geschwindigkeit nach dem Anemometer abwechselnd 22 bis 26, im Mittel also 24 Fufs in der Sekunde betrug, wurden die folgenden Versuche angestellt:

1) um 11 Uhr Morgens. Kanone zu Shooter's Hill. Beobachter zu Charlton Lane. Länge der Standlinie = 6550 engl. Fufs. Wind dem Schalle fast direct *entgegen*. Baromet. = 29'',66 engl. Thermomet. = 58° F. Luft feucht. Zeit zwischen Licht und Schall bei 6 aufeinander folgenden Schüssen: 6'',1; 6'',05; 6'',0; 6'',05; 6'',0; 6'',4; im Mittel 6'',037.

2) Um 1½ Uhr Nachmittags. Kanone zu Charlton Lane. Beobachter auf Shooter's Hill. Standlinie = 6550 Fufs. Wind fast *in* Richtung des Schalles. Baromet. 29'',67. Thermomet. = 60°. Luft trockner. Zeit zwischen Licht und Schall bei 4 aufeinander folgenden Schüssen: 5'',8; 5'',78; 5'',76; 5'',78; im Mittel 5'',78.

3) Um 11½ Uhr Morgens. Kanone zu Shooters Hill. Beobachter zu Kidbrook Lane. Länge der Standlinie = 8820 Fufs engl. Wind dem Schall fast direct *entgegen*. Baromet. = 29'',67. Therm. = 58°; Luft feucht. Zeit zwischen Licht und Schall bei 5 aufeinander folgenden Schüssen: 8'',1; 8'',125; 8'',13; 8'',15; 8'',1; im Mittel 8'',121.

4) Um 12½ Uhr Mittags. Kanone zu Kidbrook Lane. Beobachter auf Shooters Hill. Standlinie = 8820 Fufs. Wind fast *in* Richtung des Schalles. Baromet. = 29'',67. Thermomet. = 60°; Luft feuchter. Zeit zwischen Licht und Schall bei 5 aufeinander folgenden Schüssen: 7'',8; 7'',7; 7'',8; 7'',78; 7'',78; im Mittel 7'',77.

Beim Verfuche No. 1, wo der Schall dem Winde entgegen ging, war alfo feine Gefchwindigkeit in der Sekunde = 1085 F. engl.

Bei No. 2, wo er mit dem Winde ging, dieselbe = 1133,5 -

Die vom Winde befreite Gefchwindigkeit ift alfo *) bei Therm. = 59°, $= \frac{1085 + 1133,5}{2}$ = 1109,25 -

Die Gefchwindigkeit des Windes $= \frac{1133,5 - 1085}{2}$ = 24,25 - wie nach dem Anemometer.

Beim Verfuche No. 3, wo der Schall dem Winde entgegen ging, hatte er auf die Sekunde eine Gefchwindigkeit = 1086 -

Bei No. 4, wo er *mit* dem Winde ging, eine Gefchwindigkeit = 1136 -

Die vom Winde befreite Gefchwindigkeit des Schalles ift alfo, bei Therm. = 59°, $= \frac{1086 + 1136}{2}$ = 1113 -

Die Gefchwindigkeit des Windes $= \frac{1136 - 1086}{2}$ = 25 - nahe wie zuvor.

Um dieses Refultat zu prüfen, ftellte Hr. Dr. G. an demfelben Tage, Nachmittags um $3\frac{1}{2}$ Uhr, in 3100 engl. Fuſs Abftand von einer Batterie zu Woolwich mehrere Verfuche an. Der Standpunkt war fo genommen, daſs der Wind (der damals nur 6—8 Fuſs Gefchwindigkeit auf die Sekunde hatte) den Schall rechtwinklig durchkreuzen muſste. Die *Zeit* zwifchen Licht und Schall bei 6 aufeinander folgenden Schüffen (wovon die 3 erften aus Haubitzen, die 3 letzten aus Mörfern) war: 2'',77; 2'',76; 2'',79; 2'',79; 2'',8; 2'',8; im Mittel 2'',786. Baromet. = 29'',68, Thermomet. = 60°. Hienach ift die Gefchwindigkeit des Schalles = 1112 engl. Fuſs.

Am 7. Aug. wurden die früheren Verfuche wiederholt. Um 11 Uhr Morgens wurde dieselbe Kanone, welche früher gebraucht

*) Wenn es erlaubt ift, die Schüffe als correspondirend, oder den Wind als beftändig von gleicher Intenfität zu betrachten. (*P.*)

worden, auf Shooters Hill 6 mal hintereinander abgefeuert und zu Kidbrook Lane beobachtet. Länge der Standlinie = 8820 engl. Fuſs. Der Wind hatte nach dem Anemometer eine Geſchwindigkeit von 30 Fuſs auf die Sekunde und war dem Schalle faſt *entgegen*. Baromet. = 29″,80; Therm. = 66°; Luft trocken. Bewölkt. Zeit zwiſchen Licht und Schall: 8″,1; 8″,15; 8″,16; 8″,13; 8″,13; 8″,12; im Mittel 8″,13.

An demſelben Tage um 1½ Uhr Nachmittags wurden zu Kidbrook Lane mit jener Kanone 6 Schüſſe gethan und auf Shooters Hill beobachtet. Wind, Baromet., Therm., wie zuvor. Zeit zwiſchen Licht und Schall betrug: 7″,7; 7″,75; 7″,68; 7″,67; 7″,72; 7″,68; im Mittel 7″,7.

Nach der erſten Beobachtung hatte der Schall, als er dem Winde *entgegen* ging, eine Geſchwindigkeit . . . . . = 1085 F. engl.
Nach der zweiten, als er *mit* dem Winde ging = 1145,5 –
Die Geſchwindigkeit des Schalles, ohne Einfluſs des Windes alſo = $\frac{1085 + 1145,5}{2}$ = 1115,25 –
Die Geſchwindigkeit des Windes = $\frac{1145,5 - 1085}{2}$ = 30,25 –
wie nach dem Anemometer.

Hr. G. ſtellte ferner einige Verſuche über die Fortpflanzung des Schalles über einer Waſſerfläche an. Am 18. Aug. um 11 Uhr Vormittags, lieſs er beim Arſenale zu Woolwich am Ufer der Themſe mehrmals eine Kanone abſchieſsen, während er am jenſeitigen Ufer die Schüſſe beobachtete. Der Abſtand zwiſchen ihm und der Kanone betrug 9874 engl. Fuſs. Der Wind war ſchwach und kreuzte die Standlinie ſenkrecht. Baromet. = 29″,84. Therm. = 66°. Bei den erſten 6 Schüſſen war die Mündung der Kanone Hrn. Dr. G. zugekehrt, und es wurde die Zeit zwiſchen Licht und Schall folgendermaſsen gefunden: 8″,8; 8″,84; 8″,86; 8″,83; 8″,85; im Mittel 8″,84. Hierauf wurde die Kanone in horizontaler Ebene ſo gedreht, daſs ſie mit ihrer anfänglichen Richtung einen Winkel von 140° machte. Bei 6 Schüſſen, die nun gethan wurden, waren die Zeiten zwiſchen Licht und Schall:

8'',86; 8'',84; 8'',82; 8'',82; 8'',85; 8'',86; also im Mittel 8'',841; Die Geschwindigkeit war folglich in beiden Fällen gleich und zwar = 1117 Fuſs engl.; allein die Intensität des Schalles war im letzteren Falle, wo die Kanone abwärts gerichtet war, bedeutend schwächer.

Das Echo, was bei den ersten dieser Schüsse zu hören war und durch ein groſses am Ufer der Themse liegendes Magazin erzeugt wurde, veranlaſste Hrn. G. eine Reihe von Versuchen über die Zeit zwischen Schall und seinem Echo anzustellen. Er begab sich nach dem jenseitigen Ufer des Flusses, und lieſs 1523 Fuſs von dem Magazin entfernt und dessen Fronte gerade gegenüber mehrmals eine Flinte abschieſsen, während er daneben stehend die Zeit zwischen diesen Schüssen und ihrem Echo maſs. Als die Flinte quer über den Fluſs gehalten (auf das Magazin gerichtet) wurde, war jene Zeit bei 6 aufeinander folgenden Schüssen: 2'',7; 2'',75; 2'',74; 2'',72; 2'',75; 2'',74; im Mittel 2'',73; als die Flinte gerade vom Flusse abwärts gerichtet war, bei 3 successiven Schüssen: 2'',7; 2'',73; 2'',76; endlich, als 4 Schüsse längs dem Flusse abgeschossen wurden: 2'',75; 2'',7; 2'',73; 2'',74. Das Barometer stand auf 29'',82; das Thermometer auf 66° F., der Wind war kaum wahrnehmbar. Die Geschwindigkeit des Schalles, der bei diesen Versuchen zur Hälfte aus reflectirtem bestand, war im Mittel $= \frac{3046}{2,73} =$ 1116 Fuſs engl., übereinstimmend mit den vorhergehenden Versuchen.

Diesen und mehreren andern Versuchen des Hrn. Dr. G. kann man indeſs wohl den Vorwurf machen, daſs die Standlinie bei ihnen zu klein war, um ein entscheidendes Resultat zu liefern. Ich will hier nur noch erwähnen, daſs Hr. G. auch einige Mal mit Glocken experimentirte, die in einem Abstande von 1350 Fuſs engl. von einander aufgehangen waren. Hr. G. stand neben der einen und lieſs von einem Soldaten zu einer gegebenen Zeit einen Schlag an sie thun; ein anderer Soldat war bei der zweiten Glocke stationirt und zog diese an, so wie er den Klang der ersten hörte. Hr. Dr. G. zeichnete nun die Zeit auf, bei der der Klang der zweiten Glocke von ihm gehört wurde. So fand er, daſs der Schall,

um die Standlinie von 1350 Fuſs, zwei Mal zu durchlaufen, an Zeit gebrauchte: 2″,5; 2″,48; 2″,44; 2″,46; 2″,42; im Mittel 2″,46, wonach die Geſchwindigkeit deſſelben = 1098 Fuſs betrug. Barom. = 29″,98; Therm. = 35°; Wind ſehr ſchwach NO bei O, die Standlinie von Norden nach Süden gehend. Hr. G. fand, daſs zwiſchen dem Augenblick, wo der zweite Soldat die erſte Glocke hörte, und dem, wo dieſer die zweite Glocke zum Tönen brachte, ein Fünftel einer Sekunde verflieſs. Dieſer Zeitraum muſs natürlich von der Fortpflanzungszeit des Schalles abgezogen werden, und iſt auch ſchon in dem obigen und den noch folgenden Angaben abgezogen. Bei einer zweiten Verſuchsreihe, auf derſelben Standlinie und unter gleichen Umſtänden, hatten die Glocken einen Abſtand von 1650 Fuſs, und der Schall durchlief dieſe Baſis zwei Mal innerhalb: 3″,0; 3″,0; 3″,0; 3″,0, hatte alſo auf die Sekunde eine Geſchwindigkeit = 1100 Fuſs. Therm. = 35°. Bei einer dritten Reihe war der Abſtand der Glocken 1800 Fuſs und die Fortpflanzungszeit durch die doppelte Baſis ſucceſſive: 3″,25; 3″,24; 3″,26; 3″,25; 3″,25, alſo die Geſchwindigkeit auf die Sekunde im Mittel = 1108 engl. Fuſs. Therm. 35°.

Das Angeführte möchte das Weſentliche von den Unterſuchungen des Dr. G. einſchlieſsen; wer ſie ausführlich kennen lernen wollte, hätte das Original nachzuleſen (Transact. of the Cambridge Philos. Soc. for 1824 und daraus den Abdruck in Phil. Mag. Bd. 63. p. 401).

4.

Endlich müſſen hier noch die Verſuche angeführt werden, die bei Gelegenheit der Blickfeuer-Operationen im Auguſt 1822 von dem K. K. öſtreich. Major im Generalſtabe Hrn. v. Myrbach und Hrn. Prof. Stampfer zu Salzburg angeſtellt, und im 7. Bde der Jahrbücher des K. K. polytechniſchen Inſtituts in Wien (Wien 1825) beſchrieben worden ſind. Sie unterſcheiden ſich weſentlich von den übrigen dadurch, daſs die Standorte nicht in gleichem Niveau lagen *), ſondern der eine beträchtlich über dem andern erhöht war.

*) Bei den Verſuchen von Goldingham lag der Beobachtungsort 55 Fuſs, die Kanone auf dem Thomasberg 120 Fuſs und

Die Standórte waren: der *Untersberg* und der *Mönchsstein* (bei Salzburg), von denen durch genaue trigonometrische Messung der Höhenunterschied = 4198 par. Fuſs, und die schiefe Entfernung = 30601 par. Fuſs gefunden wurde. Die Signale wurden abwechslungsweiſe auf beiden Standorten durch Pöllerschüſſe gegeben. Die Zeit wurde am Untersberge von Hrn. v. Myrbach nach den Schlägen einer guten Sekunden-Pendeluhr beobachtet, und die Theile der Sekunden wo möglich zu schätzen gesucht. Auf dem Mönchsstein beobachtete Hr. Prof. Stampfer ebenfalls nach einer Sekunden-Pendeluhr und nebendei nach einer gleichförmig gehenden Taſchenuhr, die 4,7 Schläge in einer Sekunde machte, um ſicherer die Zehntel der Sekunde zu treffen.

Die ersten Beobachtungen zeigten das Auffallende, daſs die beobachteten Zwiſchenzeiten auf dem Untersberge bedeutend gröſser waren, als auf dem Mönchssteine, woraus folgen würde, daſs der Schall langſamer von der dichtern in die dünnere Luft übergehe, als umgekehrt von dieſer in jene. Dieſe Differenz war mehrere Tage hindurch ſo gleichartig, daſs ſie nicht wahrſcheinlich den Beobachtungen allein zur Laſt gelegt werden konnten. Eben ſo wenig konnte der Wind die Urſache ſeyn, indem deſſen Richtung und Stärke ſehr verſchieden war. Um der Sache auf den Grund zu kommen, wiederholten daher die Beobachter ihre Verſuche am 30. Sept. und wechſelten dabei ihre Standorte. Hr. Prof. St. ging nämlich auf den Untersberg und die Untersberger Beobachter auf den Mönchsstein. Die nun angeſtellten Beobachtungen ſtimmten ſehr gut und bewieſen, daſs die früher Statt gefundene Differenz nicht in der Natur gegründet war. Nachſtehende Tafel zeigt die Reſultate der gemachten Verſuche:

die Kanone im Fort St. George 30 Fuſs über dem Meere. Bei den Verſuchen der holländiſchen und franzöſiſchen Phyſiker lieſse ſich der geringe Unterſchied im Niveau der Standorte aus den Barometerſtänden finden. (*P.*)

Ort der Beobachtung	Beobachter	Tag 1822	Zahl der Beobachtungen	Mittel der beobachteten Zwischenzeiten
Untersberg	v. Myrbach	Aug. 15	4	29'',87
-	-	- 19	5	30,00
-	-	- 20	5	29,12
-	-	- 21	5	29,62
-	-	- 22	5	29,60
Mönchsstein	Stampfer	- 20	4	29,03
-	-	- 21	6	28,91
-	-	- 22	5	29,00
Untersberg	-	Sept. 30	13	29,36
Mönchsstein	v. Myrbach	- -	20	29,43
-	Philippovich	- -	20	29,40
-	Montfort	- -	20	29,23
Mittel	. . . . .	. . . . .	. . .	29,353

Temperatur der Luft		Mittel	Weg des Schalles in einer Sekunde	
auf dem Untersberg	auf dem Mönchsstein		bei der mittleren Temperat.	bei 0° R.
			par. Fuſs	
+ 10°,5	+ 20°,2	+ 15°,3	1024,5	988,7
7,5	15,3	11,4	1020,0	993,0
9,6	13,8	11,7	1050,8	1023,1
8,4	13,5	11,0	1033,1	1007,0
8,6	15,9	12,2	1033,8	1004,9
9,6	13,8	11,7	1054,1	1026,4
8,4	13,5	11,0	1058,5	1032,4
8,6	15,9	12,2	1055,2	1026,3
4,4	10,6	7,5	1042,3	1024,5
-	-	-	1039,8	1022,0
-	-	-	1040,9	1023,1
-	-	-	1046,9	1029,1
4,4	10,6	7,5	1042,5	1024,7

Nimmt man „sagt Hr. Prof. St." auf die Beobachtungen auf dem Untersberg keine Rücksicht, so ist die Uebereinstimmung der übrigen gewiss befriedigend. Das Mittel aus 88 Beobachtungen giebt 1025,9 par. Fuss als Bewegung des Schalles in einer Sekunde bei 0° R. Hr. Prof. Benzenberg hat (in seinem Handbuche der angewandten Geometrie S. 557) theils aus eigenen, sehr genauen Beobachtungen, theils aus den besten Anderer gefunden, dass sich der Schall bei + 10° R. 1027 par. Fuss fortbewege, von welcher Angabe unser gefundenes Resultat nur um 1,1 Fuss abweicht. Aus unsern Beobachtungen folgt also, dass nicht nur keine Differenz in der Bewegung des Schalles aus der dichteren Luft in die dünnere, oder aus dieser in jene vorhanden sey, sondern dass seine Geschwindigkeit auch dieselbe sey, er mag in horizontaler Richtung durch gleich dichte Luft, oder in schiefer Richtung durch Luftschichten von verschiedener Dichtigkeit sich bewegen. (Bei gleicher Temperatur und gleichem Feuchtigkeitszustande aller Luftschichten wäre dieses Resultat auch ganz der Theorie gemäss; ob aber diese Versuche in aller Strenge einen Beweis dafür geben können, kann wohl bezweifelt werden, da ihnen zunächst die Wechselseitigkeit abgeht, ohne welche der Einfluss des Windes nicht zu beseitigen ist. Eben so wäre es hier wohl mehr als bei andern Versuchen nöthig gewesen, die Stände des Barometers und Hygrometers zu beobachten, da selbst der untere Standort eine nicht unbeträchtliche Erhebung über dem Meere besass und der Höhenunterschied zwischen beiden Standpunkten so gross war, dass er auf das Hygrometer so gut wie auf das Barometer einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss haben musste. (P.))

[Die Untersuchung des Hrn. Dr. v. Rees, welche den obigen Aufsätzen folgen sollte, fand wieder anfängliches Erwarten keinen Raum mehr in diesem Hefte; sie wird jedoch mit einigen verwandten Arbeiten bei nächster Gelegenheit eingeschaltet werden. P.]

III.

Untersuchung einer Serpentin-Art von Gullhjö;

von

G. S. Mosander *).

Dieser Serpentin kommt beim Gullhjö-Kalkbruch in Wermland vor und wurde zuerst im verwichenen Sommer von Hrn. A. Brongniart aufgefunden. Er ist farblos und in seinen äusseren Kennzeichen etwas abweichend von den bisher bekannten Serpentin-Arten, welches Veranlassung gab, ihn näher zu untersuchen.

A. Aeussere Kennzeichen.

Beinahe farblos, hie und da ins Apfelgrüne neigend; die Farbe ungleich vertheilt. Gewöhnlich verunreinigt durch mechanische Einmengungen von kohlensaurem Kalk und kohlensaurem Talk.

Kommt in unbestimmt geformten Massen vor, an der Gränze des Kalklagers, wo dasselbe mit Gneis in Berührung steht.

Bruch in allen Richtungen uneben und splittrig; ohne Glanz oder mit schwachem Fettglanz. In dünnen Blättchen fast durchsichtig, in Massen durchscheinend.

*) Aus den Vetensk. Akad. Handl. År. 1825. Letzte Hälfte.

Härte gering; wird leicht vom Messer geritzt. *Strich* und *Pulver* weiss. Specifisches Gewicht = 2,52.

Im Kolben erhitzt giebt er Wasser aus und wird undurchsichtig, bleibt aber farblos.

Vor dem Löthrohre verhält er sich wie anderer Serpentin; aber seine gesättigte Lösung in Borax erhält nur einen schwachen Stich ins Grüne.

B. Chemische Untersuchung.

Zu der analytischen Untersuchung wurden die reinsten Stücke des Minerales ausgesucht, welche erhalten werden konnten. Diess ist nicht so leicht, weil dieser Serpentin überall von Rissen durchzogen ist, welche mit kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia ausgefüllt sind, und sich auch nicht das kleinste Stück aussuchen lässt, welches nicht ein wenig Kohlensäure entwickelte, wenn es in Salzsäure gelegt wird. Wenn man daher ein etwas grosses Stück, so rein als es zu erhalten ist, analysirte, wird immer ein Antheil kohlensauren Kalks erhalten, welcher 5 bis 8 pr. C. vom Gewichte des Minerals beträgt. In sehr kleinen Stükken kann das Mineral vollkommen frei von Kalk erhalten werden. Von einer so ausgesuchten und hernach gepülverten Portion des Serpentins, welche 12 Stunden an einer auf 70° erwärmten Stelle gestanden hatte, wurden in einer kleinen vor der Lampe geblasenen Retorte, 0,975 Grammen abgewogen. Die Retorte war auf gewöhnliche Weise mit einer kleinen Vorlage verbunden, so wie zur Ableitung der Gasarten mit einem Rohr, das mit salzsaurem Kalk gefüllt war. Das Mineral wurde hierauf über einer Weingeistlampe mit doppeltem Luftzuge erhitzt, anfangs ge-

linde und späterhin bis zum vollen Glühen. Nachdem es ungefähr eine halbe Stunde geglüht hatte, wurde der ausgezogene Retortenhals zugeschmolzen, um zu verhüten, daſs das Waſſer während des Erkältens wieder abſorbirt werde. Der ganze Apparat, der vor dem Verſuche gewogen worden, hatte an Gewicht 0,0085 Grm. verloren, was fortgegangenes Gas war, und der abſolute Verluſt des Steinpulvers betrug 0,1292 Grm. Es hatte alſo 0,1207 Grm. Waſſer und 0,0085 Grm. Gas verloren. Durch einen vorhergehenden Verſuch, bei welchem die quantitativen Reſultate vollkommen dieſelben waren, hatte man gefunden, daſs das fortgehende Gas Kohlenſäuregas iſt, und daſs das Mineral weiter geglüht nichts verliert, ſich auch in Salzſäure ohne Gasentwicklung auflöſt.

Obgleich das Mineral ſich ziemlich leicht in Salzſäure auflöſt, ſo wird es dennoch nicht ſogleich vollkommen von derſelben zerſetzt, weil die gelatinirende Kieſelerde, welche die kleinen noch unzerlegten Theile von ihm umſchlieſst, den Zutritt der Salzſäure verhindert. Das geglühte Steinpulver wurde daher genau mit dem Vierfachen ſeines Gewichtes an kohlenſaurem Kali in einem Platintiegel vermiſcht, damit eine halbe Stunde lang geglüht, darauf in Salzſäure gelöſt und die Löſung zur Trockne verdunſtet. Hierauf wurde die Maſſe mit Waſſer übergoſſen und die unlösliche Kieſelerde auf ein Filtrum gebracht, gewaſchen, getrocknet und geglüht. Sie wog 0,4078 Grm. Sie war vollkommen weiſs, löſte ſich mit Leichtigkeit in Fluſsſäure auf und gab nach Verdunſtung der Löſung einen Rückſtand, welcher, gelinde geglüht, 0,0015 Grm. wog, und für nichts anderes, als für ein Fluat

angesehen werden kann, mit Basen aus der Asche des Filtrums, welche mit der Kieselerde geglüht worden war.

Die von Kieselerde befreite Lösung wurde mit kohlensaurem Kali gesättigt und Oxalsäure hinzugesetzt, ohne dass der geringste Niederschlag entstand. Die Lösung wurde jetzt mit kohlensaurem Kali in Ueberschuss versetzt und zur Trockne verdunstet. Hierauf wurde die Masse in Wasser gelöst und die unlösliche kohlensaure Talkerde auf ein Filtrum gebracht, gewaschen und getrocknet; die geglühte Talkerde wog 0,438 Grm.

Die erhaltene Talkerde wurde in verdünnter Schwefelsäure aufgelöst, wobei sie eine Portion Kieselerde zurückliess, welche 0,005 Grm. wog. Die Auflösung der schwefelsauren Talkerde wurde zur Trockne verdunstet, alsdann die in Ueberschuss zugesetzte Säure weggeraucht, und nun das neutrale Salz in Wasser aufgelöst und mit bernsteinsaurem Ammoniak versetzt; diess bewirkte einen geringen Niederschlag, welcher, nachden er aufs Filtrum gebracht, gewaschen und geglüht worden, 0,002 Grm. wog. Vor dem Löthrohre zeigte sich, dass er Eisenoxyd sey. Als man hierauf die Auflösung siedend mit kohlensaurem Kali behandelte, wurde ein vollkommen weisser Niederschlag erhalten, welcher, gehörig untersucht, alle Kennzeichen einer Magnesia alba besass.

0,975 Grm. Serpentin hatten folglich gegeben: Kieselerde 0,4128 Grm., Talkerde 0,431 Grm., Wasser 0,1207 Grm., Kohlensäuregas 0,0085 Grm., und Eisenoxyd 0,002 Grm., dem 0,0018 Grm. Eisenoxydul

entſprechen; nebſt einem Verluſt von 0,0002 macht dieſs zuſammen 0,975. Dieſes beträgt auf 100 Theile

		Sauerſtoffgehalt:
Kieſelerde	42,34	22,02
Talkerde	44,20	17,10
Eiſenoxydul	0,18	0,04
Kohlenſäure	0,87	0,63
Waſſer	12,38	11,01
Verluſt	0,03	
	100,00	

Man ſieht hieraus, daſs nach Abzug der Talkerde, welche mit Kohlenſäure vereinigt war, der Sauerſtoff der übrigen Talkerde, verbunden mit dem des Eiſenoxyduls, faſt genau drei Viertel von dem der Kieſelerde ausmacht, und der Sauerſtoffgehalt des Waſſers wiederum die Hälfte von dem der Kieſelerde iſt. Aber hieraus entſteht die Formel: $MAq^2 + 2MS^2$, welche eine Zuſammenſetzung zeigt, die von den der früher unterſuchten Serpentinarten verſchieden iſt, woraus wiederum folgt, daſs dieſer Serpentin, wie ſchon aus deſſen äuſserem Anſehen vermuthet werden konnte, eine neue eigenthümliche Species ausmacht.

Bemerkung. Bei einer wiederholten Analyſe dieſes Minerales wurde zur Zerlegung deſſelben kohlenſaures Natron angewandt und die von Kieſelerde befreite Löſung mit kohlenſaurem Natron in Ueberſchuſs zur Trockne verdunſtet. Die kohlenſaure Talkerde, welche ſo erhalten wurde, war grobkörniger und ſchwerer im Anſehen als gewöhnlich; auch ſelbſt nach ſehr lange fortgeſetztem Auswaſchen, zeigte das abgedampfte Auswaſchwaſſer eine nicht unbedeutende Spur eines darin aufgelöſten Stoffes. Die filtrirte Auflöſung ſowohl wie

das Waschwasser wurde nun mit basisch phosphorsaurem Ammoniak versetzt, worauf ein bedeutender Niederschlag entstand, welcher auf näherer Untersuchung sich als phosphorsaure Ammoniak-Talkerde erwies. Da folglich die erhaltene kohlensaure Talkerde im Wasser löslich war, so wurde mit dem Auswaschen eingehalten, der Niederschlag getrocknet und geglüht, um die Gewichtsmenge der Talkerde zu bekommen. Es ergab sich aber dabei, dass das erhaltene Gewicht um 26 pr. C. dasjenige überstieg, was erhalten werden musste. Als die Ursache hievon näher untersucht wurde, fand sich, dass die Gewichtsvermehrung von kohlensaurem Natron herrührte, welches mit der kohlensauren Talkerde eine Verbindung gebildet hatte, die, wie man aus dem Vorhergehenden gesehen hat, in Wasser etwas löslich ist und beim Auswaschen nicht zersetzt zu werden scheint. Ich versuchte nachgehends, eine kochende Auflösung eines Talkerdesalzes, mit einer in Ueberschuss zugesetzten, ebenfalls kochenden Auflösung von kohlensaurem Natron, zu fällen; allein auch dann wurde ein Niederschlag erhalten, welcher im Wasser auflöslich war und nach langem Auswaschen dennoch kohlensaures Natron enthielt.

Ich habe diese Thatsache umständlich angeführt, wegen des Interesses, welches sie nothwendig für einen Jeden haben muss, der sich mit analytischen Untersuchungen beschäftigt.

IV.

Darstellung des Verfahrens, welches in dem Grundriss der Mineralogie vom Professor Mohs befolgt worden ist, um Krystalle in richtiger Perspective zu zeichnen;

von

Wilhelm Haidinger *).

Alle, welche sich dem Studium der Krystallographie gewidmet, müssen die Nothwendigkeit einer guten Methode gefühlt haben, die Zeichnungen der Krystalle mit Leichtigkeit und mit Genauigkeit zu entwerfen. Diejenigen, welche die nöthigen krystallographischen Kenntnisse schon besitzen, werden zwar sehr bald im Stande seyn, nach eigenen Regeln zu zeichnen; allein diese Kenntnisse sind noch nicht so allgemein verbreitet, als sie es zu seyn verdienen, sowohl wegen ihres wahrscheinlichen Einflusses auf die Fortschritte der Wissenschaft, als auch wegen der bewundernswürdigen Gesetzmässigkeit in der Natur, welche durch sie entfaltet wird. Der Versuch, Krystallformen zu zeichnen, ist sogar von einer nähern Untersuchung derselben un-

*) Frei übersetzt aus einem von dem Hrn. Verfasser gütigst mitgetheilten besonderen Abdruck aus den Mem. of the Wern. Nat. Hist. Society.

zertrennlich, und bringt deshalb im Studium der Krystallographie eine Stufe weiter. Man begnügt sich oft einen Krystall in schwankenden Ausdrücken zu beschreiben, aber nicht leicht ihn fehlerhaft zu zeichnen. Es ist zum grofsen Theil der Gebrauch von richtigen Zeichnungen, welcher der krystallographischen Methode Haüys, über die von Werner, das Uebergewicht verschaffte, dessen sie sich hinsichtlich der Genauigkeit und Eleganz von jeher erfreut hat. Das Studium der Kupfertafeln Haüy's, weit mehr als das seiner Schriften, müssen wir als den Ausgangspunkt der Arbeiten späterer Krystallographen betrachten.

Bei weitem die Mehrzahl der Figuren in der ersten Ausgabe von Haüy's *Traité* sind mit Sorgfalt und nach der besten Methode, die möglich war, ausgeführt worden. Seit der Erscheinung dieses Werkes haben die meisten Krystallographen bei ihren Arbeiten den nämlichen Plan befolgt, während andere mehr oder weniger von demselben abwichen. Man mufs bekennen, dafs viele der in den heutigen Werken enthaltenen Figuren, an Genauigkeit, denen von Haüy weit nachstehen. Eine Anleitung zum Zeichnen der Projectionen hat man erst spät einer Stelle in den systematischen Werken über Krystallographie für würdig gehalten, und von diesen will ich hier nur den *Traité de Crystallographie* von Haüy und die *Introduction to Crystallography* von Brooke anführen. Die graphische Methode, mit deren Entwicklung dieser Auffatz sich beschäftigt, ist diejenige, welche vom Hrn. Prof. Mohs befolgt wird.

Sie ist sowohl der Leichtigkeit in ihrer Anwendung, als auch der Genauigkeit wegen, deren sie fähig ist, besonders zu empfehlen.

Soll die Zeichnung eines Krystalles von Nutzen seyn, so muss sie alles Bemerkenswerthe enthalten und dem Original in der Natur völlig entsprechen. Ihr Hauptzweck ist deshalb, die relative Lage der Flächen und folglich den Parallelismus derjenigen Kanten, die an den Krystallen selbst parallel sind, darzustellen. Dieser Zweck kann nur dann erreicht werden, wenn man annimmt, das Auge des Beobachters sey von dem darzustellenden Körper unendlich entfernt, so dass alle Linien parallel sind, welche von dem Auge nach irgend einem Punkte dieses Körpers gezogen werden. Nimmt man nun eine Fläche an, die alle diese Linien oder Gesichtsstrahlen unter rechten Winkeln schneidet, zieht von jeder Ecke des Körpers eine Senkrechte auf diese Ebene und vereinigt die Durchschnittspunkte (die die Projectionen der Ecken seyn werden) durch gerade Linien mit einander, so wird daraus eine Figur entstehen, die den Krystall darstellt.

In der Perspective wird diese Methode die orthographische Projection genannt, wegen des rechten Winkels, den jeder Gesichtsstrahl mit der Ebene macht, auf welcher der Körper dargestellt wird. Hierin weicht diese Methode von derjenigen mehrerer neuen Krystallographen ab, bei welchen das Auge des Beobachters zugleich an zwei verschiedenen Orten angenommen wird; aber sie kommt mit derjenigen überein, welche Haüy in seinen Werken angewandt hat. Wenn man, nach den Methoden von Haüy, Weiss

und anderen Kryſtallographen die Beziehungen unter den einfachen Geſtalten ſchon kennt, vorzüglich aber, wenn man die Ableitungen der einfachen Geſtalten unter einander, und die Combinationsgeſetze wie ſie in der Methode des Profeſſors Mohs vorgetragen ſind, gehörig inne hat; ſo wird man im Stande ſeyn, die verwickeltſten Kryſtalle, die vorkommen mögen, ohne die geringſten Schwierigkeiten zu zeichnen, ſobald nur die Projection von einer der in jenen Kryſtallen vorhandenen einfachen Geſtalten vorläufig ausgeführt iſt. Denn die Lage der Kanten in den zuſammengeſetzten Geſtalten hängt nur ab von dem Durchſchnitte der Flächen an den einfachen Geſtalten und von den Verhältniſſen gewiſſer ähnlich liegender Linien in denjenigen einfachen Geſtalten ab, welche die Combination ausmachen.

Zunächſt kommt es alſo darauf an, eine Kryſtallgeſtalt zu projiciren, welche dieſem Zwecke entſpricht. Als am geeignetſten dazu, erwählen wir das Hexaëder, oder, rein geometriſch betrachtet, das rechtwinklig vierſeitige Prisma, deſſen Seiten Quadrate ſind. (Taf. XI. Fig. 1) *). Mit der Zeichnung des Hexaeders beginnt eine Reihe von Aufgaben, welche, in zwei Abſchnitten, die Projectionsmethoden der in der Natur vorkommenden einfachen Geſtalten und ihrer Combinationen begreifen.

*) Die Figuren, welche dieſen Aufſatz begleiten, verdanke ich Hrn. Robert Allan dem Jüngern von Laurieston. Sie ſind ſorgfältig nach den Regeln ausgeführt worden, zu deren Erläuterung ſie entworfen ſind.

Erster Abschnitt.

Von den Projectionen der einfachen Gestalten.

Erste Aufgabe. Ein Hexaëder zu zeichnen. Man nehme an, daſs eine von den Flächen des Hexaëders (Fig. 1.) auf dem Gesichtsstrahl senkrecht stehe. Die Projection derselben auf eine andere Ebene, die senkrecht gegen jene Linie ist, wird auch ein Quadrat seyn, von gleicher Gröſse mit der erwähnten Hexaëderfläche. Man nehme an, dieſs Quadrat (Fig. 2) drehe sich um eine Linie *MN*, die mit *CD* parallel liegt; die Punkte *A* und *B* werden in den Linien *AC* und *BD* hinuntergerückt erscheinen, während die Länge von *CD* ungeändert bleibt; die Projection des Quadrates nimmt daher das Ansehen eines rechtwinkligen Parallelogrammes an. An dem Hexaëder (Fig. 1) ist aber zugleich die Fläche *CDEF* um *CD* umgedreht, und die Projection der beiden Flächen nimmt die Gestalt zweier Parallelogramme an (Fig. 3). Fahren wir weiter fort, den Körper in demselben Sinne zu drehen, so werden die Projectionen von *AC* und *BD* in Länge abnehmen, während die von *CE* und *DF* zunehmen, bis sie gleich *CD* werden, wenn die Fläche *CDEF* (Fig. 4) in die auf dem Gesichtsstrahl senkrechte Ebene gebracht worden ist.

Wenn die Horizontallinie *MN* nicht parallel mit *CD* ist (Fig. 5), so kann durch Umdrehung um dieselbe keine rechtwinklige Figur entstehen; denn während *B* sich herabwärts in der Richtung *B′B″* bewegt, wird *A* in Richtung *A′A″* und *D* in der von *D′D″* heruntergerückt. Zuletzt fällt *B* mit *B″*, *A* mit *A″*, und *D* mit *D″* zusammen, wodurch die Projection des

Winkels $BAC = BDC = 0$ und die des Winkels $ACD = ABD = 180°$ wird. Es ist klar, dass das Verhältniss von AA' zu $A'A''$ dem von BB'' zu $B'B''$ und dem von DD'' zu $D'D''$ gleich seyn muss, weil wir uns das Quadrat $ABCD$ als einen Theil eines rechtwinkligen Dreiecks denken können, das sich um eine seiner Seiten dreht. Diess Dreieck wird in der obigen Figur erzeugt, wenn MN, BA und BD so weit verlängert werden, dass sie sich schneiden. Da aber das Verhältniss von $A^{iv}A'$ zu $A^{iv}A''$ dem von $A''A$ zu $A'''A''$ gleich ist, so wird es auch dem von $A''C$ zu $A''D''$ gleich seyn, weil die Winkel $BA'''A$, $AA''C$, $CD''D$ und $DD'''B$ gleich und ähnlich sind.

Das Verhältniss von $A''C$ zu $A''D''$ und das von $B'B''$ zu $A''D''$ hängt daher gänzlich von der Wahl der Lage ab, in welcher das Hexaëder dargestellt werden soll. Aber das Verhältniss von $A^{iv}A'$ zu $A'A''$ ist eine Folge jener zwei Voraussetzungen. Nehmen wir z. B. an $A''C = \frac{1}{3}A''D''$ und $A^{iv}A'' = \frac{1}{8}A''D''$, so wird die Projection des Quadrates auf einer gegen den Gesichtsstrahl senkrechten Ebene so, wie sie in Fig. 6 mit $A'B'D'C'$ bezeichnet ist. Diess ist die Lage, welche in den Werken von Mohs für die Figuren der zum pyramidalen und tessularen Systeme gehörenden Krystalle angenommen worden ist.

Hat man so die Projection des Quadrates $ABCD$ auf eine gegen den Gesichtsstrahl senkrechte Ebene erhalten, so ist nur noch die Länge derjenigen Linien zu finden, welche in der Projection vertikal erscheinen und die Seitenkanten des Hexaëders darstellen.

Es sey Fig. 7 ein Vertikalschnitt in der Ebene des Gesichtsstrahls. Die Linie BB'' in dieser Figur wird

die Projection der Fläche *BACD* in Fig. 6 seyn. Wenn diese Linie um den Punkt B'' (der die Projection der Linie $A''D''$ ist) gedreht wird, bis $B''L$ (Fig. 7) gleich $A''A^{iv}$ (Fig. 8) wird, so werden die Hexaëderkanten BK', $B''G'$ die Lage von $B'K$, $B''G$ annehmen, und die Linie $B''H$, welche bestimmt wird, indem man GH unter rechtem Winkel auf die Verlängerung von BB'' zieht, wird so lang seyn, als es die Perpendicularlinien in der Projection seyn müssen.

Durch die Länge $B''H$, nachdem sie von den Winkeln A', C, B', D' der Projection des Quadrates auf die Linien $A'''A''$, $C'C$, BB'' $D'''D''$ aufgetragen ist, wird der Ort der übrigen vier Ecken des Hexaëders bestimmt, und dieses dadurch vollendet, wie in Fig. 1.

Um diess Verfahren analytisch auszudrücken, sey $A''D''$ der Abstand zwischen den beiden äusseren Kanten $= a$; $A''C$, der Abstand einer derselben von der anliegenden inneren Kante $= \frac{a}{n}$; $A^{iv}A''$, die Höhe der Projection des oberen Quadrates $= \frac{a}{m}$; und überdiess die Länge einer Kante des Hexaëders $= b$. Aus dem rechtwinkligen Dreieck DCD'' folgt:

$$b = \frac{a}{mn}\sqrt{m^2(n-1)^2 + n^2}$$

Und aus der Aehnlichkeit der Dreiecke $B'LB''$ und $B''HG$. Fig. 7.

$$B''H = b\sqrt{\frac{m^2-1}{m^2}}$$

Wenn nun, wie in den Werken von Mohs, $A''C = \frac{1}{4}a$, $A^{iv}A'' = \frac{1}{8}a$ oder $m = 8$ und $n = 4$, so haben wir:

$b = a \sqrt{\tfrac{37}{64}}$ und $B''H = b \sqrt{\tfrac{63}{64}} = a \frac{\sqrt{63 \times 37}}{64}$

Hieraus ergiebt sich, dass diese Projectionsmethode mit der grösseten Leichtigkeit einer jeden Berechnung unterworfen werden kann, welche für besondere Aufgaben nöthig seyn sollte; indess wird es immer passender seyn, das oben entwickelte graphische Verfahren zu verfolgen, bei welchem nur einige Sorgfalt in Anwendung des Lineals und Zirkels erfordert wird, um die grösste Genauigkeit zu erreichen.

Nachdem es uns gelungen ist, das Hexaëder zu projiciren, werden wir im Stande seyn, eine grosse Menge von Aufgaben über das Zeichnen der Krystalle aufzulösen; einige von diesen sollen hier betrachtet werden, um einige Bemerkungen über gewisse Vortheile bei Ausführung der Projection an sie anzuknüpfen.

Aufgabe II. Ein reguläres Octaëder zu zeichnen.

Wenn das Octaëder mit dem Hexaëder in eine parallele Lage gebracht worden ist, die einzige Lage, in welcher sie in der Natur an einem und demselben Krystall vorkommen, so fallen die pyramidalen Axen des einen mit den pyramidalen Axen des andern zusammen, und folglich wird es ein Octaëder von solcher Grösse geben, dass seine Ecken die Flächen des Hexaëders in ihrer Mitte berührt. Folglich bestimme man die Mittelpunkte dieser Flächen, C, C', C'', C''', C^{iv} und C^{v} Fig. 8 und vereinige sie durch gerade Linien, so wird das Resultat ein Octaëder seyn.

Aufgabe III. Eine gegebene gleichschenklig-vierseitige Pyramide, z. B. die Pyramide P des pyramidalen Zirkons zu zeichnen.

Nach Mohs ist bei dieser Species $a = \sqrt{0{,}8204}$ *), d. h. die Axe der Pyramide P ist $= \sqrt{0{,}8204}$, wenn die Seite seiner Horizontalprojection = 1 ist. Man ziehe die vertikale Pyramidalaxe des Hexaëders Fig. 9; nehme $AB' = AB \cdot \sqrt{0{,}8204}$, $CD = C'D' = C''D'' = C'''D''' = \frac{1}{2} AB \sqrt{0{,}8204}$, und vereinige die Seitenecken D, D', D'', D''' durch gerade Linien mit den Scheiteln A und B' der Pyramide; so ist das Resultat die verlangte Pyramide P des pyramidalen Zirkons.

Aufgabe IV. Die Pyramide $(P)^4$ des pyramidalen Zirkons zu zeichnen.

Eine achtseitige Pyramide erhält man durch folgendes Verfahren: 1) Man verlängere die Axe der vierseitigen Pyramide zu beiden Seiten zu einer unbestimmten aber gleichen Länge; 2) man vergrößere die Flächen derjenigen vierseitigen Pyramide, von welcher die achtseitige abgeleitet werden soll; 3) man verzeichne Dreiecke auf ihnen, gleich und ähnlich denen an der Pyramide, und so, daſs die Grundlinien dieser Dreiecke mit der Basis der Pyramide zusammenfallen; 4) die auf diese Art bestimmten unteren Punkte verbinde man mit dem oberen Endpunct; die oberen Punkte mit dem unteren Endpunct der verlängerten Axe, und 5) lege Ebenen durch jede dieser Linien und die anliegenden Ekken der ursprünglichen Pyramide.

Die Regel, um eine achtseitige Pyramide zu zeichnen, wird also folgendermaſsen seyn: Man projicire die

*) Grundriſs der Mineralogie Bd. II. p. 00. Die Messungen, auf welchen diese Gröſse beruht, sind an den kleinen, aber niedlichen, Krystallen gemacht, welche das gediegene Platin begleiten; sie stimmen völlig mit den Resultaten überein, welche Dr. Wollaston, Brooke und Phillips erhielten.

vierseitige Pyramide, wie vorhin. Man verlängere die Axe AX (Fig. 10) bis $A'X' = 5\,AX$ ist, da die Pyramide $(P)^5$ verlangt wird. Ferner ziehe man $CA''B'$ gleich und ähnlich dem Dreiecke CAB', aber in dessen Ebene umgekehrt; auf gleiche Weise $CX''B'$, $CX'''B$, $CA'''B$, u. s. w. Vereinige A'', A''' u. s. w. mit A'; X'', X''', u. s. w. mit X'; B, C, B', C' zugleich mit A' und X', so wie auch mit den Durchschnittspunkten S, S' u. s. w., welche die Linien $A'A'''$, $A'A''$, u. s. w. respective mit den Linien $X'X'''$, $X'X''$ u. s. w. erzeugen. Das Resultat wird die Pyramide $(P)^5$ seyn.

Die nämliche Pyramide wird auch nach der folgenden Regel erhalten: Man projicire die gleichschenklige vierseitige Pyramide $ABCB'C'X$ (Fig. 11) wie vorhin; halbire die Seitenkanten BC in D, CB' in E u. s. w. In der Verlängerung von MD, ME u. s. w. nehme man $SD = \frac{2}{3} MD$; $S'E = \frac{2}{3} ME$ u. s. w. und vereinige alle die Punkte $S, C, S' B'$ u. s. w. mit den Endpunkten A' und X' der verlängerten Axe, so wie die benachbarten von jenen untereinander, durch gerade Linien.

Da das letztere Verfahren kürzer ist, so verdient es den Vorzug vor dem früheren. Es beruht auf der Eigenschaft der achtseitigen Pyramide, dass SD (Fig. 12) immer gleich $\frac{m-1}{m+1} . MD$ ist, worin m die Ableitungszahl der Pyramide bezeichnet. Denn, wenn $AX = a$ und $A'X' = ma$ ist, so wird $A'M = \frac{m}{2}\, a$ und $A'X = \frac{m+1}{2} . a$ seyn. Nun ist $A'M : MS = A'X : XA'''$ also

$$MS = \frac{A'M \times XA'''}{A'X}$$

Aber $A'M = \frac{1}{2} ma$; $XA''' = 2\,MD$ und $A'X = \frac{1}{2}(m+1)\,a$

alſo $MS = \frac{2m}{m+1} MD$

und:

$$SD = SM - MD = \left(\frac{2m}{m+1} - 1\right) MD = \frac{m-1}{m+1} . MD.$$

Für den gegenwärtigen Fall iſt $m = 3$ alſo $SD = \frac{3-1}{3+1} . MD = \frac{1}{2} MD.$

Die Werthe von m, welche außer 3 am häufigſten an den Kryſtallen vorkommen, ſind 4 und 5. In dieſen Fällen wird $SD = \frac{3}{5} MD$ für $(P)^4$ und $= \frac{2}{3} MD$ für $(P)^5$.

Aufgabe V. Eine ungleichſchenklige vierſeitige Pyramide, z. B. die des prismatiſchen Topaſes, zu zeichnen.

Nach Mohs iſt bei dieſer Species das Verhältniſs der Axe zu den beiden Diagonalen in der Baſis oder $a : b : c = 1 : \sqrt{4{,}440} : \sqrt{1{,}238}$ oder $= \sqrt{\frac{1}{4{,}440}} : 1 : \sqrt{\frac{1{,}238}{4{,}440}}$.

Man ziehe die pyramidalen Axen AX, BB', und CC' des Hexaëders (Fig. 13), mache $A'M = X'M = AM . \sqrt{\frac{1}{4{,}440}}$; ferner $C'M = C''M = CM . \sqrt{\frac{1{,}238}{4{,}440}}$ und vereinige die ſechs Punkte A', B, C'', B', C'', X' durch gerade Linien, ſo wird das Reſultat die Projection der verlangten Pyramide ſeyn. Die Zahlenwerthe müſſen in Decimalbrüchen ausgedrückt, und von einer Scale abgenommen werden.

Aufgabe VI. Ein gerades ſchiefwinklig vierſeitiges Prisma zu zeichnen.

Es iſt klar, daſs die Projection eines ſchiefwinklig vierſeitigen Prismas eben ſo leicht zu erhalten iſt, wie die Projection einer ungleichſchenklig vierſeitigen Pyramide, ſo bald wir annehmen, daſs es auf gleiche Weiſe in ein Hexaëder eingeſchrieben wird. Da das

Prisma eine Pyramide ist, an welchem nur eine der Axen unendlich geworden, so bildet der gegenwärtige Fall nur ein Corollar von dem vorhergehenden.

Es sey z. B. das darzustellende Prisma (Fig. 14), dasjenige, dessen Querschnitt der Basis von P im prismatischen Topas ähnlich ist, oder $P+\infty$. Die Linie $MC = MC' = M'C'' = M'C'''$ wird daher gleich seyn: $MC^{iv} \,.\, \sqrt{\frac{1,238}{4,440}}$.

Aufgabe VII. Ein regelmäfsiges sechsseitiges Prisma zu zeichnen.

Wenn $MC = MC^{iv}.\frac{1}{\sqrt{3}}$ ist, so wird der Querschnitt des Prismas ein Rhombus von 120° und 60°; und das Prisma selbst wird in ein regelmäfsig sechsseitiges verwandelt, wenn man seine schärferen Seitenkanten $B'B'''$ und BB'' (Fig. 15) abstumpft, und die Abstumpfungsebenen durch die Mittelpunkte D', D''', E''', E' u. s. w. der Linien CB', $C'B'$, $C''B'''$, $C'''B'''$, u. s. w. gehen läfst.

Dafs dieses ein richtiges Resultat geben mufs, erhellt, wenn wir die Projection auf einer mit dem Rhombus $BC'B'C$ parallelen Ebene betrachten (Fig. 16). Der Winkel $D'''B'D'$ ist = 60°, das Dreieck $D'''B'D'$ also gleichseitig; nun mufs in dem regelmäfsigen sechsseitigen Prisma $C'D''' = D'''D'$ seyn; also auch = $D'''B' = \frac{1}{2}\, C'B'$.

Aufgabe VIII. Ein regelmäfsiges sechsseitiges Prisma, dessen Seitenflächen Quadrate sind, zu zeichnen.

Aus der bekannten Gleichheit von BB' und $B'B'''$ in Fig. 14, in so fern diese Projectionen aus dem Hexaëder erhalten worden sind, wird es nicht schwer fallen, für CC' die erforderliche Länge zu finden, um

$CC''E'D'$ und folglich alle Seitenflächen des sechsseitigen Prismas in Quadrate zu verwandeln.

Es sey $BB' = 1$; BC, am Körper selbst, wird $= \frac{1}{\sqrt{3}}$ seyn und folglich $CD' = \frac{1}{2\sqrt{3}}$. Das Stück $B'B^{iv}$, welches von der Linie $B'B'''$ hinweggenommen werden muss, um $CD'HG$ in ein Quadrat zu verwandeln, muss zu dieser Linie in dem Verhältniss $\frac{1}{2\sqrt{3}} : 1$ stehen, oder $B'B^{iv} = CG$ muss $= \frac{B'B'''}{2\sqrt{3}}$ seyn, welche Länge durch die folgenden Betrachtungen gefunden wird. Die Gleichung $CG = \frac{BB''}{2\sqrt{3}}$ läst sich in die Proportion verwandeln: $CG : B'B''' = 1 : 2\sqrt{3}$. Jene Länge wird also durch die ähnlichen Dreiecke $RB'B$ und $SB'B'''$ (Fig. 17) gefunden, wenn man die Linien $B'B$ und $B'B'''$ an der Base, denen an den beabsichtigten Figuren gleich annimmt, so wie RB gleich der Projection von DC; die vierte Proportionallinie SB'' wird die gesuchte Linie und gleich mit CG in Fig. 15 seyn.

Fig. 18 zeigt die Projection eines regelmäſsigen sechsseitigen Prismas, dessen Seitenflächen Quadrate sind, wie sie aus der Projection eines Hexaëders erhalten wird.

Es giebt auch ein Verfahren, um unmittelbar zur Projection dieses Körpers zu gelangen, indem man eine ähnliche Methode befolgt, wie eben beim Projiciren der Figur eines Hexaëders angewandt worden ist.

Aufgabe IX. Ein regulär sechsseitiges Prisma, dessen Seiten Quadrate sind, unabhängig von der Projection des Hexaëders zu zeichnen.

Man verzeichne das regelmäſsige Sechseck $PQRSIE$

(Taf. 12 Fig. 1) auf einer gegen den Gesichtsstrahl senkrechten Ebene, und in irgend einer Lage, in Bezug auf eine gewisse Horizontallinie UK, um welche es sich drehend angenommen wird. Während es sich dreht, bleibt UK an Grösse unverändert, aber die Linie $T'D'$ (Fig. 2) verringert sich, und wird = o, wenn sie in Richtung des Gesichtsstrahles kommt. Für das Verhältniss $UK : T'D' = 1 : \frac{1}{8}$, wie es in den Werken von Mohs für die zum rhomboëdrischen System gehörenden Gestalten angenommen ist, wird $P'Q'R'S'I'E'$ (Fig. 2) die Projection des regelmässigen Sechsecks $PQRSIE$ der vorhergehenden Figur seyn. Das Verhältniss zwischen AB und AG, ist an sich willkührlich, nur muss AB stets $= CD = DE = FG$ seyn. In dem Grundriss der Mineralogie von Mohs ist $AB = \frac{1}{3} AG$. Es ist klar, dass, wenn $R'W = \frac{1}{n} RW$, auch $P'X = \frac{1}{n} PX$ seyn muss und $Q'U = \frac{1}{n} QU$. Das Verhältniss von ON zu OG ist abhängig von dem von AB zu AG und wird gefunden, indem man Senkrechte fällt, von allen Winkeln des Sechsecks auf die Linie OG, welche in einer mit dem Gesichtsstrahl parallelen Ebene liegt. Wenn $AB : AD = 1 : 3$, so erhält man $ON : OK = 1 : 5$.

Die scheinbare Länge der Seitenkanten des Prismas, dessen Seiten Quadrate sind, wird auf folgende Weise gefunden. Man ziehe AB senkrecht auf BD (Fig. 3), wo BD ein Vertikalschnitt derjenigen Ebene ist, auf welcher die Figur dargestellt wird. Ferner nehme man $BC = O'G'$ (Fig. 2) und $AC = TD$ (Fig. 1), ziehe CE senkrecht auf AC, und so lang wie PE (Fig. 1): ziehe ferner ED, von dem Punkte E, senkrecht auf BD. Dann wird d e

Linie CD die für die Seitenkanten des ſechsſeitigen Prismas erforderliche Länge haben, und, an die Projection des oberen Sechsecks Fig. 2 angeſetzt, die Projection Fig. 4. des ſechsſeitigen Prismas ſelbſt liefern.

Dies Verfahren, ein regulär ſechsſeitiges Prisma zu projiciren, läſst ſich auch in analytiſchen Ausdrücken darſtellen.

Wenn das Verhältniſs $AB : AD$ bekannt iſt, ſo wird es möglich ſeyn, daraus das von $ON : OK$ abzuleiten. Es ſey $AD = a$, $OK = b$; $AB = \frac{a}{n}$; $ON = \frac{b}{m}$ und $PE = EI = IS = c$. Es entſtehen die nachſtehenden Gleichungen:

$$PE^2 = PB^2 + BE^2;\ EI^2 = EG^2 + GI^2;\ SI^2 = IN^2 + NS^2$$

oder:

$$c^2 = \left(\frac{b}{m}\right)^2 + a^2;\ c^2 = \left(a - \frac{a}{n}\right)^2 + \left(b - \frac{b}{m}\right)^2;\ c^2 = b^2 + \left(\frac{a}{n}\right)^2.$$

Durch Elimination von c zwiſchen den beiden erſten erhält man

$$b^2 = \frac{(1-2n)m}{(2-m)n^2} \cdot a^2$$

und durch Elimination deſſelben zwiſchen den beiden letzten:

$$b^2 = \frac{(2-n)m^2}{(1-2m)n^2} \cdot a^2$$

und folglich $\frac{(1-2n)m}{(2-m)n^2} = \frac{(2-n)m^2}{(1-2m)n}$

und $m^2n^2 - 2m^2n - 2mn^2 + 2m + 2n - 1 = 0$

welches, aufgelöſt, giebt:

$$m = \frac{n^2 - 1 + \sqrt{(1 - 2n + 3n^2 - 2n^3 + n^4)}}{n(n-2)}$$

und

$$n = \frac{m^2 - 1 \pm \sqrt{(1 - 2m + 3m^2 - 2m^3 + m^4)}}{m(m-2)}.$$

Für $n = 3$ wird $m = \frac{8 \pm 7}{3} = \frac{1}{3}$ oder $= 5$, von welchen Werthen der erstere ausgeschlossen ist, wenn man die Resultate mit der Figur vergleicht, so dass bloss der Werth $m = 5$ übrig bleibt. Die Linie ON ist deshalb $= \frac{1}{5}\, OK = \frac{1}{3}\, b$. Das Verhältniss der Linie a und b selbst, da es durch $\frac{b^2}{a^2} = \frac{(1-2n)m}{(2-m)n^2}$ ausgedruckt wird, ist $\sqrt{25} : \sqrt{27} = 5 : 3\sqrt{3}$.

Die scheinbare Länge CD der mit der Axe des sechsseitigen Prismas parallelen Kante CE, wird durch die Aehnlichkeit der Dreiecke CED und ACB erhalten und $= c\sqrt{\frac{p^2-1}{p^2}}$ gefunden, wenn man $BC = \frac{b}{p}$ und c gleich der wirklichen Länge einer der Seiten des regelmässigen Sechsecks annimmt. Da durch die vorgehenden Formeln sowohl c als b in a und n ausgedrückt werden können, so wird es auch nicht schwer seyn, die Länge von CD mittelst derselben Grössen auszudrücken, aber die hiedurch erhaltenen Ausdrücke werden nicht so einfach seyn, als die eben angeführten.

Die Projection eines regelmässigen sechsseitigen Prismas, welches ein Glied in dem rhomboëdrischen Systeme ist, lässt in Bezug auf die übrigen Gestalten dieses Systemes, eine ähnliche Anwendung zu, wie die des Hexaëders in Bezug auf die Gestalten der anderen Systeme.

Aufgabe X. Ein Rhomboëder zu zeichnen.

Es sey diess Rhomboëder z. B. dasjenige, an dem die Endkante $= 104°28'40''$ ist, das nämliche, welches Haüy, als die Primitivform des Kalkspathes betrachtet. Seine Axe ist $= 1{,}5 = \sqrt{2{,}25}$.

Man zeichne das regulär sechsseitige Prisma, des-

ſen Seiten Quadrate ſind, in der in Fig. 5 gewählten Lage. Man verlängere die Seitenkanten, bis $AA'' = \frac{3}{2} AA'$ iſt, gleich der gegebenen Axe des Rhomboëders, nehme ein Drittel der Länge dieſer Seitenkanten abwechſelnd von den oberen und unteren Sechsecken, und vereinige die ſo beſtimmten Punkte A''', B', C''', D', E''', F' unter einander und mit den Mittelpunkten M, M', der benachbarten Sechsecke, durch gerade Linien. Das Reſultat wird die Projection des verlangten Rhomboëders ſeyn. Die Projection der wirklichen Grundgeſtalt des rhomboëdriſchen Kalkhaloides wird erhalten, wenn wir, ſtatt $AA'' = \frac{3}{2} AA'$ zu nehmen, den Werth $= \sqrt{2{,}1895} \cdot AA'$ ſubſtituiren. Wenn MM' oder AA'' $= AA' \cdot \sqrt{4{,}5}$ iſt, ſo iſt der projicirte Körper ein Hexaëder.

Wenn $O'G'$, in Fig. 2, $= 0$ iſt, ſo wird das Verfahren zum Zeichnen eines Rhomboëders ſehr einfach. Es iſt nur nöthig, die Vertikallinien, welche die Projectionen der Seitenkanten darſtellen, nebſt der Axe des ſechsſeitigen Priemas in gleichen Abſtänden (denn $A'P'$ iſt $= \frac{1}{2} A'G'$ in Fig. 2) von einander zu ziehen, und rechtwinklig durch ſie vier Horizontallinien, von gleichem Abſtande unter ſich, hindurchzuziehen. Die Durchſchnittspunkte dieſer mit den andern Linien beſtimmen die Lage der Ecken des Rhomboëders, wie aus Fig. 6 erhellt.

Aufgabe XI. Eine ungleichſchenklig ſechsſeitige Pyramide zu zeichnen, z. B. $(P)^3$ des rhomboëdriſchen Kalkhaloides oder die „variété métastatique“ von Haüy.

Nachdem man die Projection $MABCDETM'$ (Fig. 7) des Rhomboëders R, vollendet hat, nehme man $NM =$

$MM' = M'N'$, weil hier die Ableitungszahl $= 3$ ist, welches erfordert, daſs $NN' = 3\ MM'$ ſey. Man verbinde die Enden der verlängerten Axe mit den Seitenecken des Rhomboëders durch gerade Linien; das Reſultat wird die Projection der verlangten ungleichſchenklig ſechsſeitigen Pyramide ſeyn.

Aufgabe XII. Eine gleichſchenklig ſechsſeitige Pyramide zu zeichnen, z. B. P, oder diejenige, welche zu dem Rhomboëder R derſelben Species gehört.

Man entwerfe das Rhomboëder $ABB'B''CC'C''X$ (Fig. 8) und mache $AM = X'X$, ziehe CC''', $C'C^{iv}$, $C''C^{v}$ parallel mit der Axe AX, und verlängere die Linien BM, $B'M$, $B''M$, bis ſie die erſteren in C^{iv}, C^{v}, C''' ſchneiden. Nun verbinde man die Punkte B, C''', B', C^{iv}, B'', C^{v}, mit einander und mit den, von M gleich entfernten Punkten A und X', ſo wird das Reſultat die Projection der ſechsſeitigen Pyramide P ſeyn, wie ſie in Fig. 9 dargeſtellt iſt.

Die vorhergehenden Fälle werden hinreichen, um die Projection irgend einer einfachen Geſtalt, welche verlangt werden ſollte, zu erhalten, ſo bald die hierüber gegebenen Regeln, durch gehörige Kenntniſs der Relationen in den Geſtalten ſelbſt, und der, welche ſie untereinander haben, unterſtützt wird. Es wird indeſs von Nutzen ſeyn, durch einige wenige Beiſpiele zu erläutern, wie die zuſammengeſetzten Geſtalten gezeichnet werden.

Zweiter Abſchnitt.

Von den Projectionen der zuſammengeſetzten Geſtalten.

Zuſammengeſetzte Geſtalten oder Combinationen, im Allgemeinen, ſind diejenigen Kryſtallgeſtalten, wel-

che zu gleicher Zeit die Flächen zweier oder mehrerer einfachen Gestalten zeigen. Eine jede von diesen kann erhalten werden, wenn man in einer zusammengesetzten Gestalt diejenigen Flächen, welche einander gleich und ähnlich sind, hinreichend vergrössert. Die Combinationsgestalt ist also derjenige Raum, welcher gleichzeitig von allen den die Combination ausmachenden Gestalten eingeschlossen wird. Um sie in der grössten Allgemeinheit darzustellen, wird also erfordert, dass man alle einfachen Gestalten, welche die Combination enthält, in paralleler Lage aufstellt, und, wenn sie sich schneiden, denjenigen Theil von ihnen bestimmt, welcher nicht durch eine von ihnen ausgeschlossen wird. In den meisten Fällen ist man wohl dieses langen und oft ermüdenden Verfahrens überhoben, aber es wird nöthig seyn, dasselbe an einem Beispiele zu zeigen.

Aufgabe I. Die Combination des Hexaëders mit dem Octaëder zu zeichnen.

Man entwerfe die beiden einfachen Gestalten in paralleler Lage, so dass ihre Mittelpunkte in M Fig. 10 zusammenfallen.

Zieht man EF parallel mit DB, und IK parallel mit LP, durch die Mitten der respectiven Kanten des Hexaëders, so werden diese Linien die Lage der Punkte N, N'' und $N'N'''$ bestimmen, in welchen die an einer Ecke des Octaëders zusammenstossenden Kanten die Hexaëderflächen schneiden. Der Theil $ANN'N''N'''$, welcher oberhalb der Hexaëderfläche $TUVW$ liegt, wird folglich von dieser abgeschnitten und gar nicht in der Combination erscheinen. Dasselbe wird der Fall mit allen übrigen Ecken des

Octaëders ſeyn, und die Combination ſelbſt wird acht Sechsecke, als Reſte der Octaëderflächen und ſechs Achtecke, als Reſte der Hexaëderflächen enthalten.

Daſſelbe Reſultat wird kürzer ſo erhalten: Man entwerfe die Figur des Octaëders, nehme $AN' = R'L = \frac{1}{n} AL$, $AN'' = SB = \frac{1}{n} AB$, $LR'' = S''B = \frac{1}{n} LB$ und ziehe $N'N''$, SS'', $R'R''$, welches die Durchſchnitte der Octaëderfläche ABL mit den drei anliegenden Hexaëderflächen ſind. Das nämliche Verfahren, auf alle Octaëderkanten angewandt, giebt die Durchſchnitte aller Flächen der beiden Körper, und damit die Projection der verlangten Combination.

Nachdem man die Combination zweier Geſtalten gezeichnet hat, wird es leicht ſeyn, die Flächen einer dritten einfachen Geſtalt hinzuzufügen, hierauf die einer vierten und ſo weiter. Hier ſowohl, wie bei dem Zeichnen der einfachen Geſtalten, kann man oft manche Umſtände benutzen, die ſich in der Ausführung von ſelbſt darbieten, in dem Maaſse, in dem man im Studium der Kryſtallographie ſelbſt fortſchreitet.

Aufgabe II. Die rhomboëdriſche Combination $R.(P)^3.R+2$ der Species des rhomboëdriſchen Kalk-haloides zu zeichnen.

Vor Allem iſt es nöthig feſtzuſetzen, welche Ausdehnung die Flächen der verſchiedenen Geſtalten haben ſollen, damit man wiſſe, welche von den einfachen Geſtalten zuerſt zu entwerfen ſey, um an dieſe nach den Regeln der Ableitung und Combination die übrigen anzulegen. Nichts iſt leichter als dieſes, wenn die Combination nur wenige einfache Geſtalten ent-

hält; aber es erfordert einige Uebung, zu finden, in welcher Ordnung am Besten eine einfache Gestalt nach der andern hinzugefügt werden muſs, ſobald die Combination eine groſse Anzahl von ihnen enthält. Eine kurze Beſchäftigung mit dem Zeichnen der einfachen Geſtalten ſelbſt iſt aber das beſte Hülfsmittel für diejenigen, welche Willens ſind, ſich mit dem Zeichnen von Combination zu befaſſen. Im gegenwärtigen Falle iſt es am Beſten, mit der ungleichſchenklig ſechsſeitigen Pyramide $(P)^3$ anzufangen. Das Verfahren ſelbſt wird dann folgendes:

Man zeichne die Pyramide $(P)^3$ oder $ABCDEFGX$ Fig. 11 nach den oben (Abſchn. 1 Aufg. XI.) gegebenen Regeln. Die Combinationskanten zwiſchen R und $(P)^3$ ſind parallel den gegenüberliegenden Endkanten des Rhomboëders und den Seitenkanten der Pyramide. Nachdem man den Punkt C' in welchem eine der Flächen von R die Pyramidenkante AC ſchneidet, und folglich das Verhältniſs von AC' zu AC beſtimmt hat, iſt es nöthig, die Combinationskante $C'D'$ parallel der Seitenkante CD der Pyramide zu ziehen und eben ſo $C'B'$ parallel mit CB. Durch dieſs Verfahren wird das Verhältniſs $AB' : AB$ dem $AC' : AC$ gleich, und ſo ganz herum, bis alle die Punkte $B'C'D'E'F'G'$ beſtimmt, und diejenigen Linien gezogen worden ſind, welche dieſe Punkte mit einander verbinden und die Combinationskanten zwiſchen R und $(P)^3$ darſtellen. Eine Linie $M'N'$ parallel mit $C'D'$ oder CD oder mit MN, den Kanten des Rhomboëders R, und durch den Punkt B' hindurchgehend, bezeichnet die Richtung von einer der Endkanten von R; ihr Durchſchnittspunkt mit der Axe AX oder A' iſt der Scheitel desjenigen

Rhomboëders, was in die Combination eingeht. Die Linien $A'D'$, $A'F'$, welche diefen Scheitel mit den oberen Ecken der Combination verbinden, vollenden die Figur auf diefer Seite des Mittelpunktes; für die gegenüberliegende Seite muſs daſſelbe Verfahren ausgeführt werden.

Die dritte Geſtalt, welche mit der Combination von R und $(P)^3$ verbunden werden ſoll, iſt $R+2$ ein ſcharfes Rhomboëder, deſſen Combinationskanten mit $(P)^3$, den ſcharfen Endkanten der Pyramide parallel ſind. Eine Fläche dieſes Rhomboëders, die durch einen willkührlichen Punkt O der ſtumpfen Endkante AC der Pyramide geht, wird alſo die Combinationskanten OP und OQ erzeugen, da ſie die Durchſchnittslinien dieſer Ebene mit den Pyramidenflächen ABC und ACD ſind. Um den Punkt S zu finden, wo die Fläche von $R+2$ die untere gegenüberliegende Kante CX ſchneidet, nehme man $PR=RQ$ und ziehe OR, die, gehörig verlängert, CX in S ſchneiden wird. Die Fläche $OPSQ$ wird eine der Flächen von $R+2$ darſtellen, ſo wie ſie in der Combination erſcheint. Es giebt ſechs ſolcher Flächen, von denen ſich drei gegen den oberen Scheitel, und die übrigen drei gegen den unteren neigen. Eine dieſer letzteren iſt $O'P'S'Q'$ in der Figur. Aber die Flächen $OPSQ$ und $O'P'S'Q'$ ſchneiden einander in der Linie ZZ', welche die Seitenkante von $R+2$ iſt, und als ſolche parallel liegt mit OP und $O'P'$, den Combinationskanten zwiſchen dieſem Rhomboëder und der Pyramide $(P)^3$, oder mit AB und XE den Axenkanten an der letzteren. Das Reſultat, wenn die Combination durch Zeichnen der vier übrigen Flächen von $R+2$ vollendet iſt, wird die in Fig. 12 dargeſtellte Geſtalt ſeyn.

Aufgabe III. Die pyramidale Combination $P. (P)^3. \frac{3}{2\sqrt{2}} P + 3. P + \infty$ der Species des pyramidalen Zirkons zu zeichnen.

Man zeichne das Hexaëder $ABCD\, A''B''C''D''$ (Fig. 15), nach den oben (Abſchn. 1. Aufg. 1.) gegebenen Regeln, und nehme $AA' = \frac{1}{2} AA''. \sqrt{0{,}8204} = CC' = DD' = BB'$. Dann beſtimme man durch Vereinigung der Punkte A mit D, und B mit C, die Lage von M, dem Mittelpunkt des Quadrates $ACDB$; und ziehe endlich die Linien MB', MA' u. ſ. w., ſo wie $B'A'$, $A'C'$ u. ſ. w. Das Reſultat $MB'A'C'D'$ iſt ein Theil der gleichſchenklig vierſeitigen Pyramide, welche erfordert wird, und welche ebenſo an die entgegengeſetzte Seite der Axe MM' angelegt, die Combination von P mit $P + \infty$ vollendet. Die Länge $A'A'''$ u. ſ. w. iſt völlig unbeſtimmt und hängt von der relativen Gröſse dieſer Linien in denjenigen natürlichen Combinationen ab, welche darzuſtellen ſind.

Die zunächſt hinzuzufügende Geſtalt iſt $(P)^3$. Man nehme $C'O = \frac{1}{3} CM$, $C'P = \frac{1}{3} C'A'$; $C'P' = \frac{1}{3} C'D'$ und $C'Q = \frac{2}{3} CC'$ oder im Allgemeinen $C'O = \frac{1}{n} CM$, $C'P = \frac{1}{n} C'A'$, $C'P' = \frac{1}{n} C'D'$ und $C'Q = \frac{2}{n} CC'$ und ziehe die Linien OP, OQ, OP', und PQ, $P'Q$; die Flächen OPQ, $OP'Q$, werden diejenigen Theile der Flächen von $(P)^3$ ſeyn, welche in der Combination erſcheinen. Dieſs wird völlig klar, wenn man die Dimenſionen dieſer achtſeitigen Pyramide und ihre Verhältniſſe zu P betrachtet. Da $(P)^3$ unmittelbar zu dieſer vierſeitigen Pyramide P gehört, ſo müſſen die Combinationskanten zwiſchen beiden Geſtalten

parallel ſeyn den gegenüberliegenden Endkanten der letzteren, *OP* alſo parallel mit *MA'*, und wenn angenommen wird, daſs dieſe Combinationskante mit der Endkante *MA'* zuſammenfalle, ſo muſs von der Axe der Theil *MM'''*, welcher ſeiner Endkante *MC'''* entſpricht, drei Mal ſo groſs ſeyn, wie der Theil *MM'*, welcher der Endkante *MC'* der vierſeitigen Pyramide entſpricht. Die letztere iſt in dem Zeichen der achtſeitigen Pyramide durch den Exponenten 3 angedeutet. Wenn daſſelbe Verfahren, durch welches die an der Ecke *C'* zuſammenſtoſsenden Flächen *OPQ* und *OP'Q* erhalten worden ſind, auf jede an den übrigen Ecken ähnlich liegende Fläche angewandt wird, ſo ſind alle Flächen von $(P)^3$, ſechszehn an der Zahl, gemacht und dadurch die dreifache Combination $P.(P)^3.P+\infty$ vollendet, wie ſie in Fig. 14 abgebildet iſt.

Die vierte und letzte von den einfachen Geſtalten, die der vorhergehenden Combination hinzugefügt werden ſoll, iſt $\frac{3}{2\sqrt{2}} P+3$. Die Axe von $P+3$ iſt $= 2\sqrt{2}.a$ und a die Axe von P; die von $\frac{3}{2\sqrt{2}} P+3$ alſo $= 3a$. Eine Fläche von dieſer Geſtalt, welche durch den Punkt C''' oder durch die Horizontallinie $A'''C''$ geht, wird zugleich durch die Linie MC''' eine der Endkanten von $(P)^3$ hindurchgehen. Die Combinationskanten zwiſchen dieſen beiden Geſtalten ſind alſo parallel den abwechſelnden Endkanten der achtſeitigen, alſo auch parallel den Endkanten der vierſeitigen Pyramide. Folglich wird das Viereck *RSUT* in Fig. 14 eine ihrer Flächen ſeyn, und die Winkel derſelben werden beſtimmt, wenn man $WS =$

$\frac{1}{n} WY$, $VR = \frac{1}{n} VX$; $VT = \frac{1}{n} VZ$ und $WU = \frac{1}{n} WK$ nimmt. Die Vereinigung dieser Punkte durch gerade Linien giebt den Umriss der Fläche, und wenn diess Verfahren an allen ähnlich liegenden Kanten wiederholt wird, so liefert es die pyramidale Combination $P . (P)^3 . \frac{3}{2\sqrt{2}} P + 3 . P + \infty$ in der Species des pyramidalen Zirkons (Fig. 15).

Es würde überflüssig seyn, hier noch eine grössere Anzahl von Beispielen über die Art zu geben, wie man verwickelte Krystallgestalten zu zeichnen hat, da das Verfahren dazu auch bei den übrigen Krystallsystemen genau dasselbe ist. In vielen Fällen kann es von Nuzzen seyn, von einem Krystalle, ausser der nach den obigen Regeln ausgeführten perspectivischen Zeichnung, auch seine horizontale Projection oder seinen Grundriss auf einer gegen die Axen der Combination bestimmten Ebene zu entwerfen. Besonders wichtig ist es, diess Verfahren bei hemiprismatischen und tetartoprismatischen Gestalten zu gebrauchen, bei welchen wir genöthigt sind, nach Symmetrie in Bezug auf gewisse Ebenen zu suchen, während diese bei andern Systemen einen absoluten und bleibenden Charakter besitzt. Bei den letzteren wird zwar, wie schon Haüy bemerkt, diess Verfahren so zu sagen monoton, aber dessenungeachtet kann es denen, welche schon einige Kenntnisse von den Gestalten besitzen, nicht genug empfohlen werden, wenn sie gewisse Klassen von verwikkelteren Krystallen studiren wollen.

Die Anwendung der Projectionsregeln auf einen besonderen Fall bezweckt die Abbildung einer gegebenen oder in der Natur beobachteten Krystallvarietät, frei von den Hülfslinien, welche man braucht um dieses zu erlangen. Zu diesem Ende muss man die Punkte, welche durch die Durchschnitte der Linien bestimmt wurden, mittelst feiner Nadelstiche auf ein anderes Papier übertragen und dort, wie es das Original vorschreibt, durch gerade Linien mit einander verbinden. Ein einziges Original lässt sich auf diese Art zu einer grossen Anzahl von Projectionen gebrauchen, weil es copirt werden kann, wenn eine neue Gestalt hinzugefügt werden muss. Die Mühe, welche

man auf den ersten Entwurf angewandt hat, belohnt sich hinlänglich durch die Genauigkeit der Kopien.

Haüy und die Krystallographen nach ihm führten den Gebrauch ein, welcher beibehalten zu werden verdient, dafs man die vorderen Kanten in vollen Linien auszieht, wie *AB* in Fig. 16; die hinteren Kanten, wie *CD*, in punktirten Linien; die Linien auf der Oberfläche der Gestalten, in unterbrochenen Linien, wie *EF*; und die Linien im Innern durch Linien, die abwechselnd unterbrochen und punktirt sind, wie *GH*.

Sehr oft begegnet es, besonders den Anfängern, welche sich noch nicht an ein richtiges Urtheil über die wahrscheinliche Gröſse einer Gestalt gewöhnt haben, dafs die Zeichnung, welche durch mehrere aufeinander folgende Operationen erhalten werden muſs, gröſser oder kleiner ausfällt, als man zu erhalten wünscht; deshalb wird ein Verfahren nothwendig, wodurch man sie zweckmäſsig vergröſsern oder verkleinern kann. Man ziehe zu diesem Ende, von irgend einem bestimmten Punkt innerhalb oder auſserhalb der Figur, nach jeder Ecke der Figur, eine gerade Linie und nehme auf jeder derselben respective gleiche Theile von ihrer ganzen Länge. Die so bestimmten Punkte werden die analogen Punkte der neuen Figur seyn. Wenn z. B. das Hexaëder (Fig. 17) um so viel verkleinert werden soll, dafs die Kanten der neuen Figur gleich werden zwei Fünfteln von den Kanten des Originals, so wird es nöthig *NA*, *NB*, *NC*, *ND* u. s. w. zu ziehen, und auf diesen Linien zu nehmen $NA' = \frac{2}{5} NA$, $NB' = \frac{2}{5} NB$, $NC' = \frac{2}{5} NC$, $ND' = \frac{2}{5} ND$, u. s. w. Zieht man nun die geraden Linien $A'B'$, $B'D'$, $D'C'$, $C'A'$ u. s. w., so ist das Hexaëder fertig. In vielen Fällen aber führt es noch schneller zum Ziele, wenn man die Axen zieht, wie *AF*, *BE*, u. s. w. oder andere Linien durch den Mittelpunkt des Körpers, und auf diesen dieselben Proportionaltheile nimmt, $A''M = \frac{2}{5} AM$, u. s. w., was gleichfalls ein Hexaëder liefert, dessen Gröſse zwei Fünftel von der der ursprünglichen Gestalt besitzt.

V.

Ueber das Schwefeleisen mit zwei Atomen Schwefel;

von

Heinrich Rose.

Als ich vor einiger Zeit *) gepulverten Schwefelkies der Einwirkung des Wasserstoffgases in der Glühhitze unterwarf, war es mir nicht möglich, die Hälfte des Schwefels zu vertreiben, und ein Schwefeleisen mit 2 Atomen Schwefel hervorzubringen. Dieses Resultat war um so unerwarteter, als Schwefelkies, für sich allein destillirt, auf jene Schweflungsstufe, wiewohl erst bei sehr starker Hitze, zurückgeführt werden kann. Ich untersuchte daher den Schwefelkies, den ich angewandt hatte, und fand, daſs er, obgleich sein Aeuſseres auf keine fremde Beimischungen schlieſsen lieſs, Schwefelkupfer oder vielmehr Kupferkies enthielt, wodurch ein etwas unrichtiges Resultat entstanden war.

Ich wiederholte daher den Versuch mit Schwefelkies von der Insel Elba, der vollkommen rein war. Ich erhielt, wie zu erwarten stand, bei nicht sehr starker Hitze ein Schwefeleisen, das gerade 2 Atome Schwefel enthielt. Das Wasserstoffgas wirkte also hiebei, wie jede andere das Schwefeleisen nicht angreifende Gasart gewirkt haben würde, nur dadurch, daſs es eine Atmosphäre bildete, in welcher der Schwefel leichter und bei geringerer Hitze entweichen konnte, als in der Atmosphäre seines eigenen Gases. Es entstand

*) Poggendorff's Annalen d. Phys. u. Chem. Bd. 4. S. 109.

nur eine geringe Menge Schwefelwasserstoffgas; der gröſste Theil des Schwefels aber entwich ohne sich mit dem Wasserstoff zu verbinden.

Die Resultate von jenen Versuchen waren folgende:

I. 3,617 Grm. gepülverten Schwefelkieses wogen nach dem Versuche 2,652 Grm. Diese bestanden also aus

62,38	Eisen
37,62	Schwefel
100,00	

II. 7,096 Grm. desselben Schwefelkieses, in Stücken, wogen nach dem Versuche 5,2155 Grm. Hienach bestehen diese aus:

62,24	Eisen
37,76	Schwefel
100,00	

Das berechnete Resultat ist:

62,77	Eisen
37,23	Schwefel
100,00	

Das erhaltene Schwefeleisen war pulverförmig, selbst wenn es aus ungepulverten Stücken von Schwefeleisen bereitet worden war, von schwärzlich grauer, nicht von gelber Farbe. Es löste sich, ohne Schwefel zu hinterlassen, ganz in Salzsäure auf, während sich ein Gas entband, das von einer caustischen Kalilauge ganz absorbirt wurde. Es ist indessen bemerkenswerth, daſs es dem Magnete nicht folgsam war, während doch Magnetkiese, die mehr Schwefel enthalten als dieses Schwefeleisen, dem Magnete folgen *).

*) Auch die diesem Schwefeleisen entsprechenden Schwefelungsstufen des *Kobalts* und *Nickels* (sowohl natürliches Schwefelnickel, *Haarkies*, als auch diesem an Farbe und Glanz vollkommen ähnliches, künstlich bereitetes) folgen dem Magnete nicht.

VI.

Notizen.

1. Hrn. Arago's Verfahren, die Intensität einer Magnetnadel zu messen.

Die Ausmittlung der periodischen oder seculären Veränderungen in der Intensität des Magnetismus der Erde hat bei dem gewöhnlichen Verfahren grosse Schwierigkeiten, wenn man von den Resultaten eine gewisse Genauigkeit verlangt. Denn dazu ist nicht nur nöthig zu wissen, ob in einer und derselben Magnetnadel die Stärke und Vertheilung des Magnetismus stets die nämlichen bleiben, oder wie sich beide in jener ändern; sondern auch, man muss die an mehreren Orten zu verschiedenen Zeiten mit verschiedenen Nadeln gemachten Beobachtungen auf einander zurückzuführen im Stande seyn, da ein unmittelbarer Vergleich zwischen den angewandten Magnetnadeln selten möglich ist, und doch nur meistens ein genähertes Resultat liefert. Zu allen jenen Erfordernissen waren die bisherigen Mittel entweder nicht hinlänglich oder zu umständlich, wie es unter andern mit dem von Coulomb (Biot's Traité. III. 145) der Fall zu seyn scheint. Hr. Arago hat, geleitet durch seine frühere Entdeckung (dies. Ann. Bd. 3. S. 343), zu diesem Endzweck ein neues Verfahren erdacht, um einer Magnetnadel stets denselben Grad von Magnetismus zu ertheilen. Diess Verfahren beruht darauf, dass eine in ihrer eignen Ebene sich drehende Metallplatte mit um so grösserer Kraft eine nahe gestellte Magnetnadel ablenkt, als deren Magnetismus stärker ist. Stellt man den Versuch in einer gegen die Richtung der Neigungsnadel senkrechten Ebene an, so macht man sich von der Einwirkung des Erdmagnetismus unabhängig. Die kleinen Gegengewichte, mit denen man die Nadel an jedem Ende beschweren muss, damit sie durch die, mit einer gewissen Geschwindigkeit, sich drehende Platte um 10°, 20°, 30° u. s. w.

abgelenkt werde, geben alsdann das Maafs für die magnetifche Intenfität der Pole. Die Ablenkung kann auch durch eine Platte oder Maffe von Eifen bewirkt werden, fobald man im Stande ift, diefem Metalle ftets die nämliche Befchaffenheit zu geben. Das Nähere über diefes Verfahren und die damit zu erreichende Genauigkeit wird Hr. A. zum Gegenftande einer befonderen Abhandlung machen, wenn, wie derfelbe hofft, die ihn jetzt befchäftigenden Verfuche günftige Refultate liefern werden. (Ann. de Chim. et Phys. XXX. 263, wo auch Hr. Poisson ein auf andern Grundfätzen beruhendes Verfahren zur Löfung der vorhin genannten Aufgabe angegeben hat, das den Lefern in der Folge, mit den dazu wefentlich nöthigen Formeln, mitgetheilt werden foll.)

2. Verbrennung der *Weinfteinfäure* durch braunes *Bleioxyd*.

Hr. Walcker (vormals zu Dresden, gegenwärtig zu Brighton oder Brighthelmstone am Kanal, der dortigen Anftalt für künftliche Mineralwäffer des Hrn. Dr. Struve vorftehend) hat Gelegenheit gehabt zu bemerken, dafs kryftallifirte Weinfteinfäure mit braunem Bleioxyd bei einer Temperatur von 12° bis 15° R. zufammengerieben, nach wenig Augenblicken zum Erglühen kommt und unter Entwicklung von Kohlenfäure, und Ausftofsung eines Geruches nach Ameifenfäure (vergl. d. Ann. Bd. 71. S. 107) völlig verglimmt. Das fchicklichfte Verhältnifs diefer Stoffe hiezu ift: 1 Mifchungsgewicht von dem erfteren, gegen zwei Mifchungsgewichte von dem letzteren.

(Mehrere Berichtigungen zu diefem und dem vorhergehenden Bande, follen am Schluffe des nächften Bandes angezeigt werden.)

HALLE,

TOR DR. WINCKLER.

Zeit der Beob. Tg	St.	Barometer bei +10° R. parir.	Haar Hygr. bei +10° R.	Wind	Wetter
1	8	330.?1	71.°2	wsw. 1	vr Mgr Nb
	12	31.7	65.8	ssw. 2	schön
	2	31.1	61.8	ssw. 1	verm
	6	32.2	66.7	ssw. 1	sch Abrth
	10	32.0	69.8	SW. 3	trb Rg Regen
2	8	32.2	69.7	SW. 3	sch Mgrth
	12	31.0	66.4	SW. 2	trüb
	2	30.7	67.0	SW. 2	vrm Rg
	6	29.1	66.6	SW. 2	trüb
	10	28.5	69.2	SW. 2	schön
3	8	27.0	66.4	S. 1	vr Mgrth
	12	27.8	65.6	S. 1	trüb
	2	27.9	63.3	ssw. 2	verm
	6	29.3	65.7	ssw. 2	trüb
	10	29.4	66.4	ssw. 2	trüb Mgrth
4	8	26.2	69.9	sso. 1	vrm Nbl
	12	27.5	66.6	sso. 1	vrm Nbl
	2	26.7	65.9	sso. 1	verm
	6	26.3	69.3	sso. 1	trüb
	10	27.6	69.1	sso. 2	trüb stk Schn
5	8	30.8	68.8	NO. 2	trb Schn
	12	31.7	64.3	sso. 1	trüb
	2	31.9	65.6	sso. 1	verm
	6	31.9	[illegible] 7	sso. 1	tr Nb Abr
	10	31.5	62.9	sso. 1	trüb
6	8	32.4	65.9	NO. 2	trb } stark Nebel
	12	32.5	68.5	NO. 1	trb
	2	32.5	64.9	NO. 1	trb
	6	32.5	64.?	NO. 1	trb
	10	32.2	62.4	NO. 1	trb
7	8	31.7	67.3	NO. 1	tr stk Nbl
	12	30.5	65.5	S. 1	vr frh Nbl
	2	30.5	64.9	ssw. 1	tr neblg
	6	30.?	71.7	ssw. 2	tr gel Schn
	10	30.5	71.2	SW. 2	trüb
8	8	30.			
	12	29.			
	2	29.			
	6	29.			
	10	29.			

…erm.	Hygr.	Wind
90.°9	3035.°86	NO
69.1	2960.85	O
64.8	3028.05	ssw
8.9	2332.04	sso
33.7	11356 80	ssw

Thermometrograph Tag	Min. Nachts vorher	Max. Tags	Wasser-Stand der Saale
1	+ 0.°4	+ 2.°4	6' 3''
2	− 1.7	3.2	6 6
3	+ 2.5	9.4	6 3.3
4	4.8	10.7	6 1.5
5	6.5	7.6	6 3.4
6	4.6	8.4	6 7
7	2.8	7.5	6 8
8	2.5	4.9	6 10
9	2.8	5.3	6 7
10	1.6	6.4	6 4
11	2.7	4.5	6 2
12	3.0	6.4	6 0
13	3.5	6.2	5 10
14	2.3	5.3	5 8
15	1.1	5.6	5 6
16	1.5	6.2	5 5
17	2.0	9.5	5 4
18	3.8	8.9	5 4
19	3.4	6.3	5 3.5
20	+ 0.4	4.8	5 3.5
21	− 0.8	4.5	5 4
22	− 1.0	4.8	5 3
23	0.0	3.8	5 2
24	0.0	4.3	5 1
25	+ 0.7	4.8	5 0.5
26	+ 1.2	4.2	5 0
27	− 0.7	2.2	5 0
28	− 2.2	0.3	4 11.5
29	0.9	1.4	4 11.5
30	3.7	0.2	4 10
31	− 4.9	+ 0.8	4 9.5
Sma	+ 54.6	+ 165.2	176' 6''
Mittl	+ 1.72	+ 5.26	5. 8.1

Min. − 6.°7 | Max. + 10.°7

grösste Veränd. 17.°4.

Uebersicht d. Witterung: Tage	Zahl
heiter	-
schön	3
verm	12
trüb	16
Nebel	20
Duft	5
Regen	10
Reif	3
Schnee	4
Graupeln	1
windig	8
stürmisch	4

Nächte	
heiter	3
schön	5
verm	1
trüb	22
Nebel	13
Regen	3
Schnee	1
windig	7
stürmisch	1

Mrgrth	13
Abrth	8

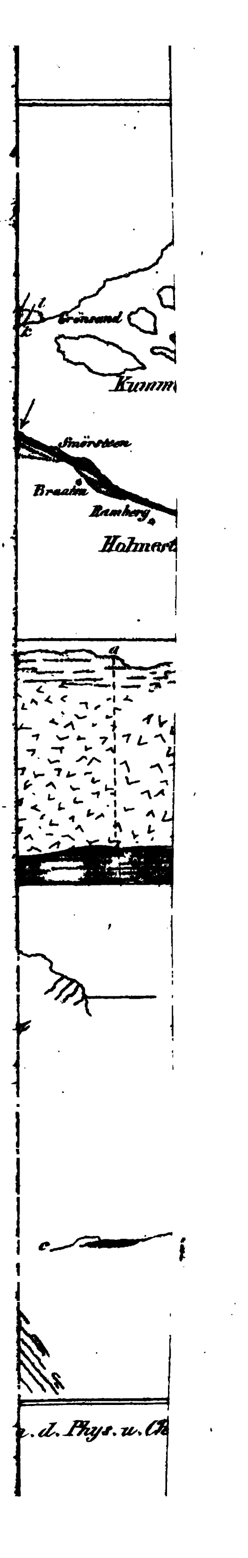
	Barom.		Therm.		Hygrom.	
Mittl	332.'''268	ssw	+ 3.°44	ssw	73.°27	ssw
Max.	336. 340	wsw	+ 9. 4	SW	89.59	ssw
Min.	326. 892	ssw	− 4. 3	sso	58.25	SO
Vränd	9.'''448		13.°9		31.14	

ührregen. Am 19. gleiche starke Decke löset sich Nachmittags auf und
stehen nur geringe Cirr. Str. auf heit. Grunde; Horiz. bleibt belegt,
ark Nebl. Heute stehet der Mond in seiner Erdferne. Am 20. Morg.
mm, oben wolkenleer nicht klar und neblig; Tags wolkige Bed. hie
ochen, Spt-Abds selten. Am 21. früh verbirgt dicker nass fallender
blick des Himmels, Mittgs liegt fern noch der Nebl, Horiz. ist rings
en ist es heitr; Abds und spätr ganz heitr. Am 22. wolk. Bed., fern
öffnet sich das Zenith und Spät-Abds heitr. Um 2 U. 55' früh trat
n den Steinbock, daher hatte die Winter-Sonnenwende Statt. Am
n Nebl und nass sich absetzender Duft den Himmel nicht sehen, Mttgs
heils bedünstet, theils belegt, oben auf heit. Grunde Cirr. Str. Spur,
ei hoch bedünst. Horiz. heitr; Spt-Abds wolkig bed. und Nebl. Am
gs in wolk. Bed. einige offne Stellen; stets Nbl. Am 25. Morg. NW-
heiter, drüber Cirr. Str. auf heit. Grunde, SO-Hälfte wolkig bed.;
. bel., oben heitr; Nchmittgs oben gesond. Cirr. Str. und viel heitre
iz. wechselsweise bald hie bald da belegt. Spät-Abds gleiche Decke;
stark Reg. 10 U. 7' Morg. der Vollmond.
Am 26. Nachts Reg.; früh Horiz. und SO-Hälfte bed., sonst lockere
f heit. Grde, Mittgs gleiche graue Decke, so auch Abds, Nachmittgs
gel. Regsch. um 2 Cirr. Str. die meist bed., Spt-Abds W u. NW dicht
heitr. Am 27. lockere Cirr. Str. auf heit. Grunde früh, haben sich
lk. Bed. modifiz.; nach Mittg theilt sie sich wieder in erstere, Abds
tr, herrscht wolk. Decke. Am 28. bis Abds Cirr. Str. bald diesen bald
les Himmels bedeckend, dann aber gleiche starke Decke. Am 29. bis
nee bei gleicher Bed.; nach Mittag öffnet sich diese, zeigt Nachmittags
und und Abds ist es heiter, Spät-Abds aber wieder wolkig bed. Am
eichf. Decke und stark Nebl. Am 31. gleiche starke Decke ist um
n Cirr. Str. auf heit. Grunde getheilt; früh hinderte dicker Nebl den
ehen und von Abds 4½ U. bis 8 fällt gelind Schnee.

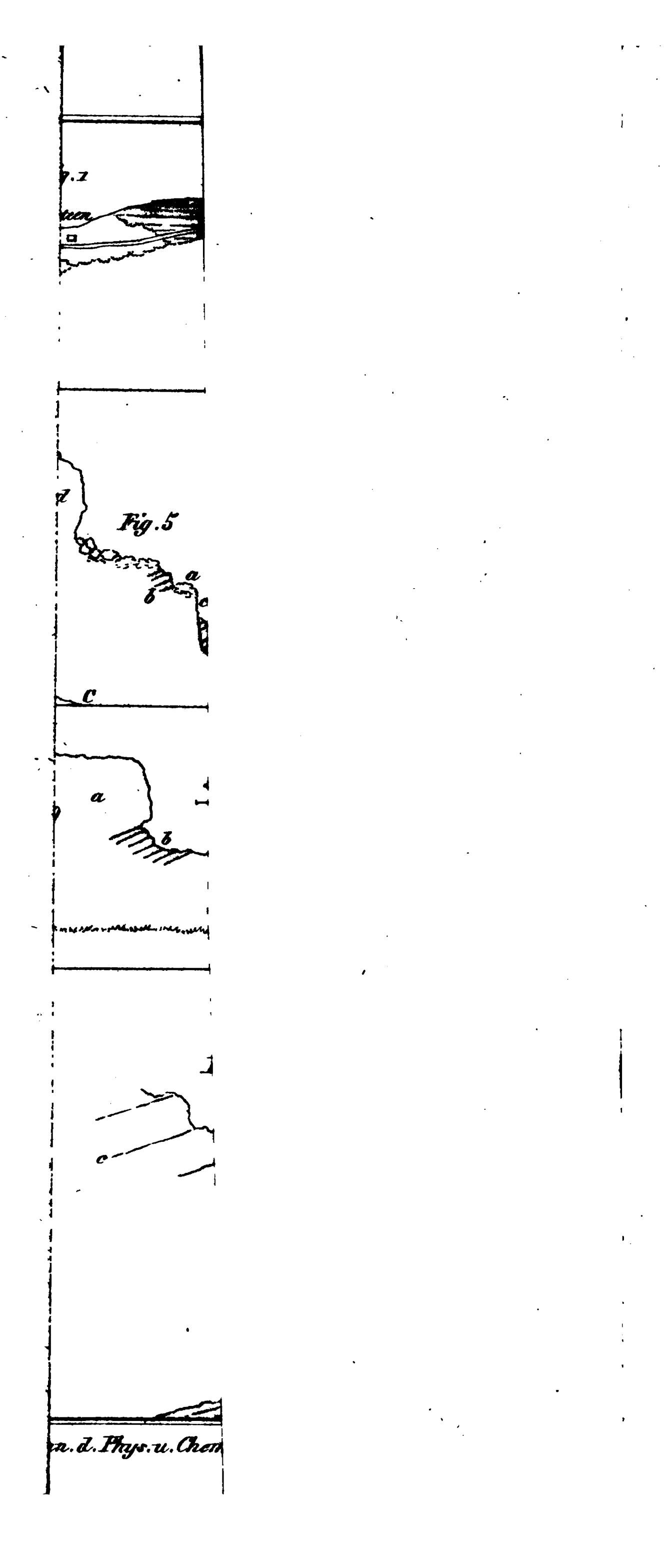
---

s Monats: Einige Tage am Ende des Monats ausgenommen, äusserst
trocken, dagegen oft neblig; unter gelinden Winden waren die aus
nd.

von gastrischen Symptomen begleitet, und ähnliche Affectionen der
Im kindlichen Alter zeigten sich wieder häufiger, aber doch nur

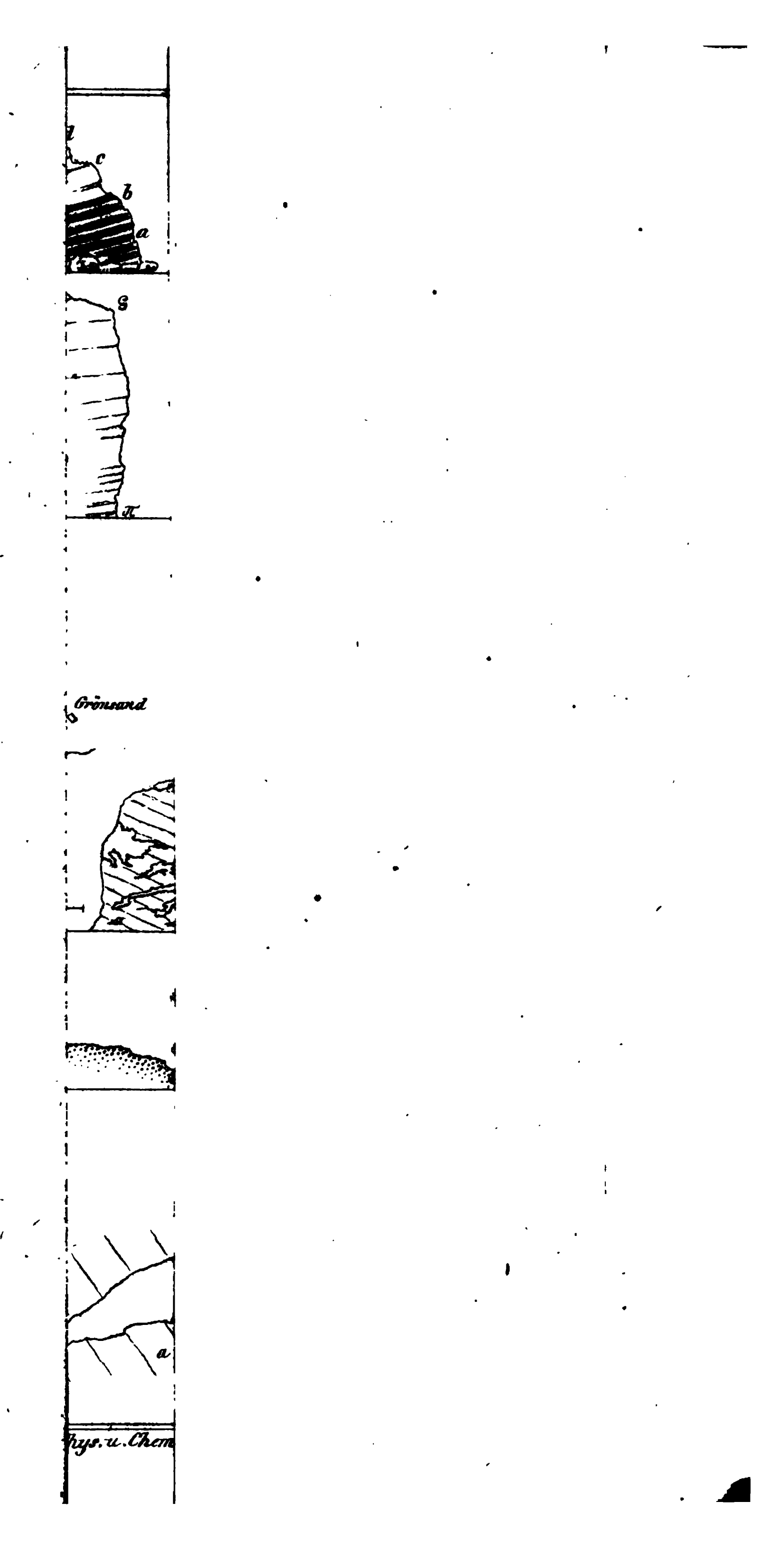

Grönsand
Smörsteen
Braaten
Ramberg



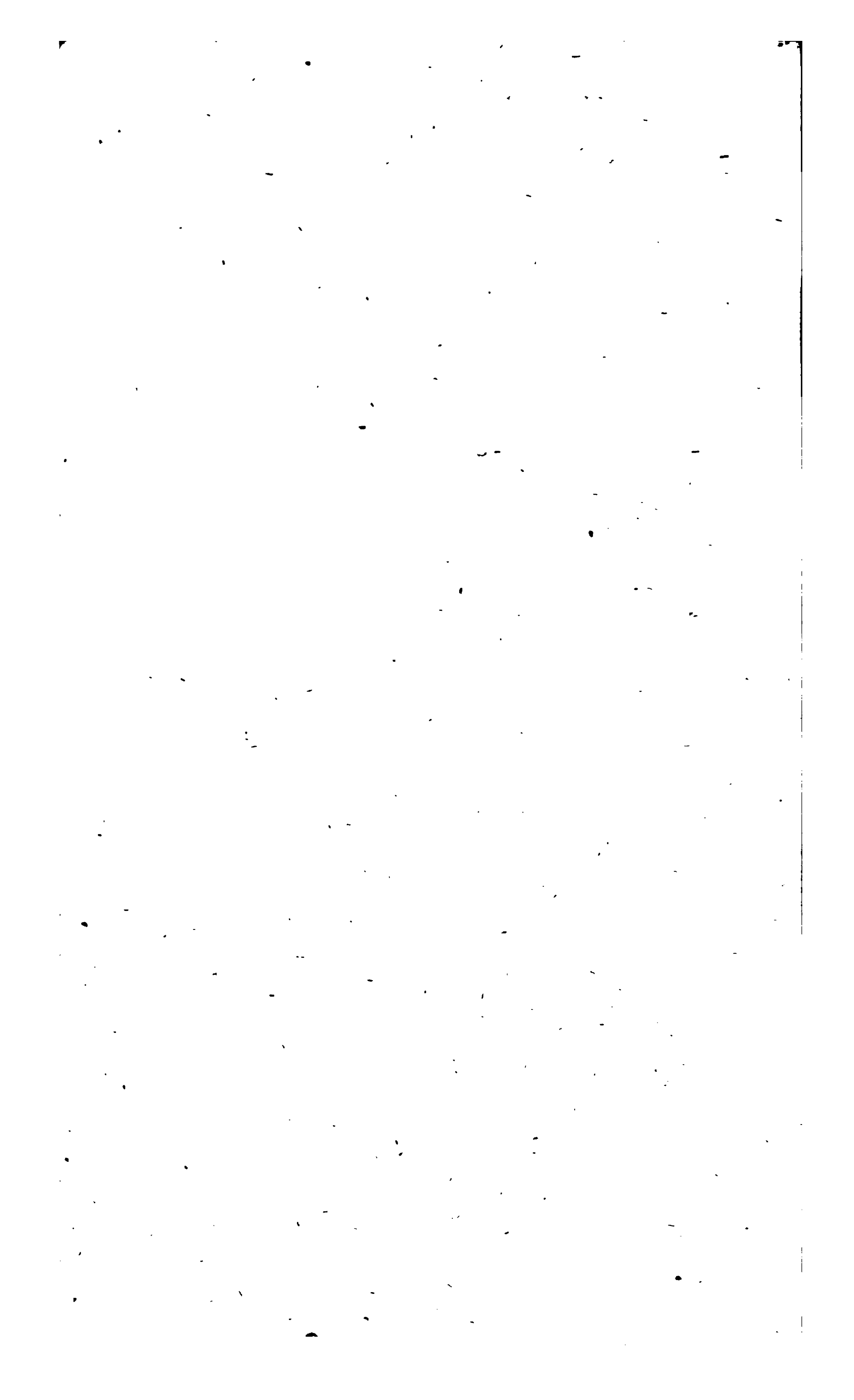


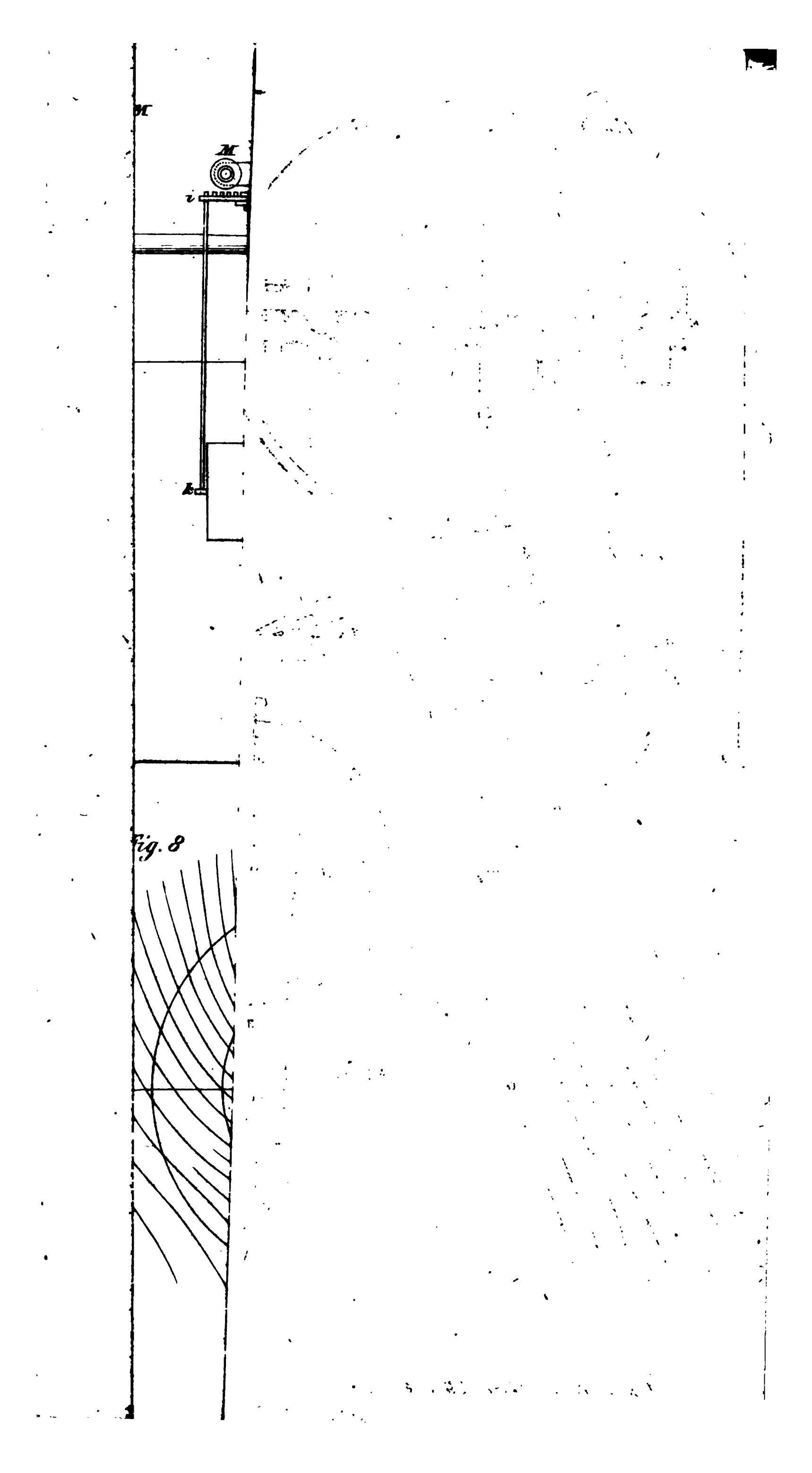
g.1
teen
d
Fig.5
a
b
c
a
b
c
n.d.Phys.u.Chem

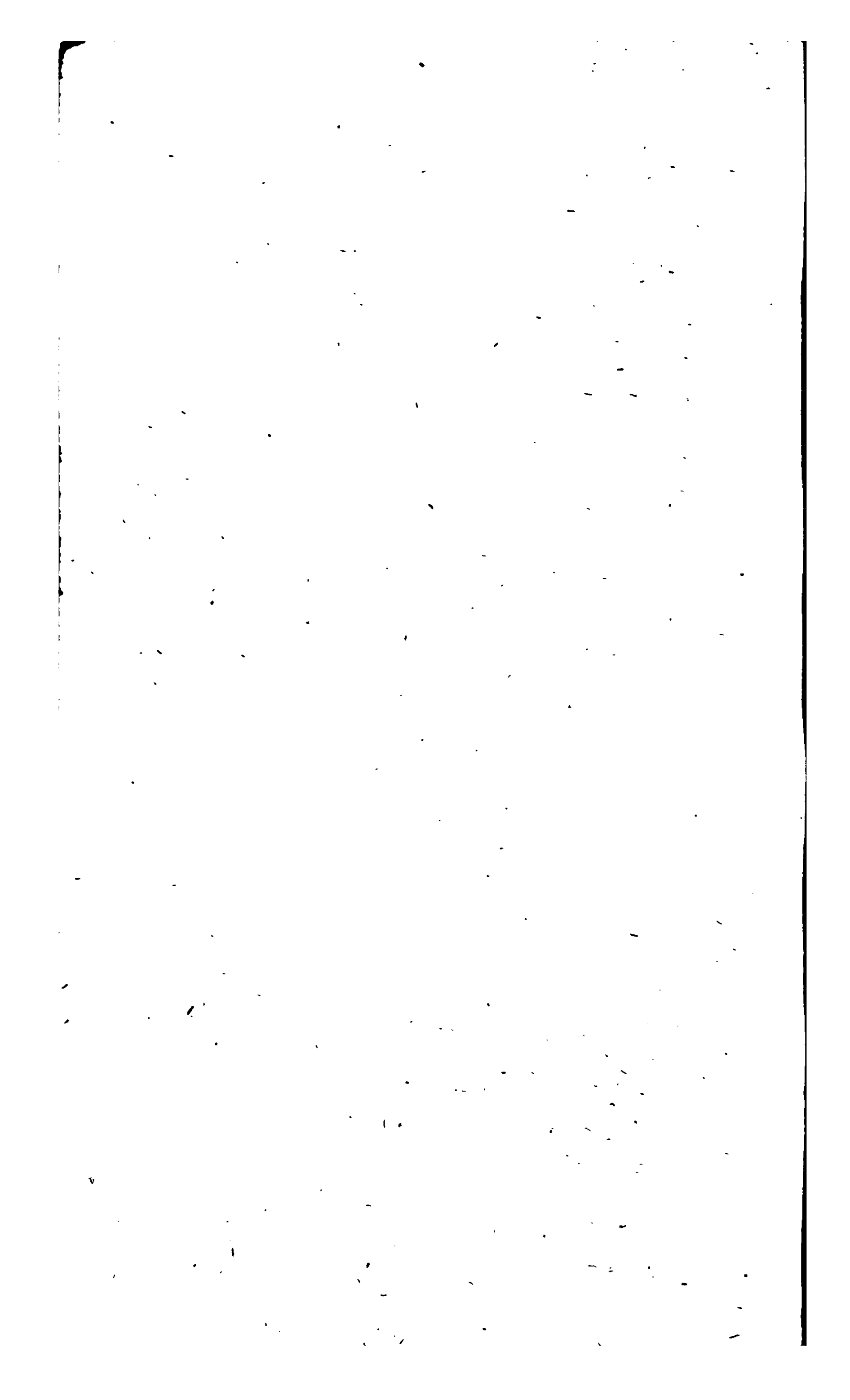


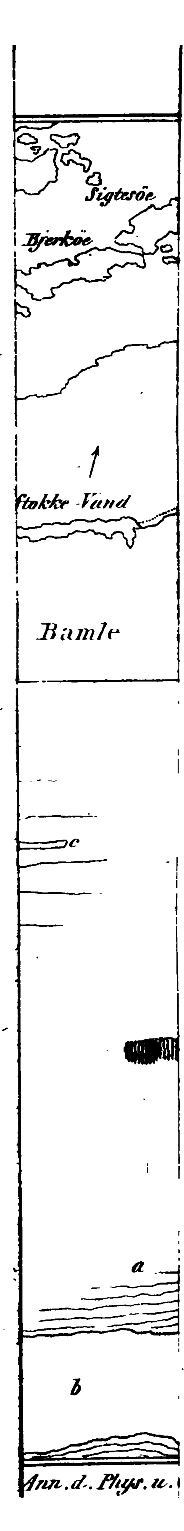


c
b
a
π
Grünsand
a
hys. u. Chem




M
M
i
k
Fig. 8





Sigtesöe
Bjerköe
ſtokke-Vand
Bamle
c
a
b

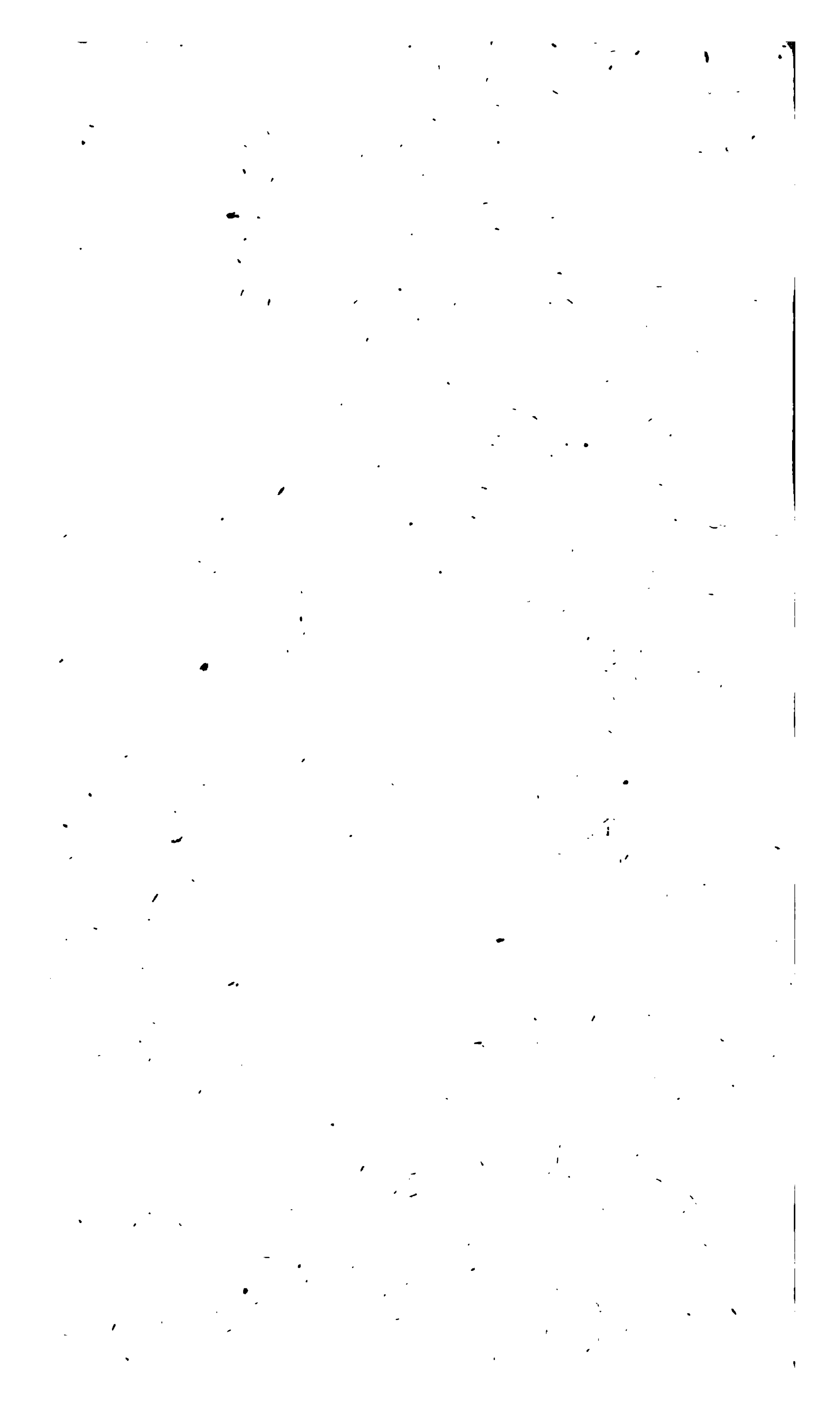
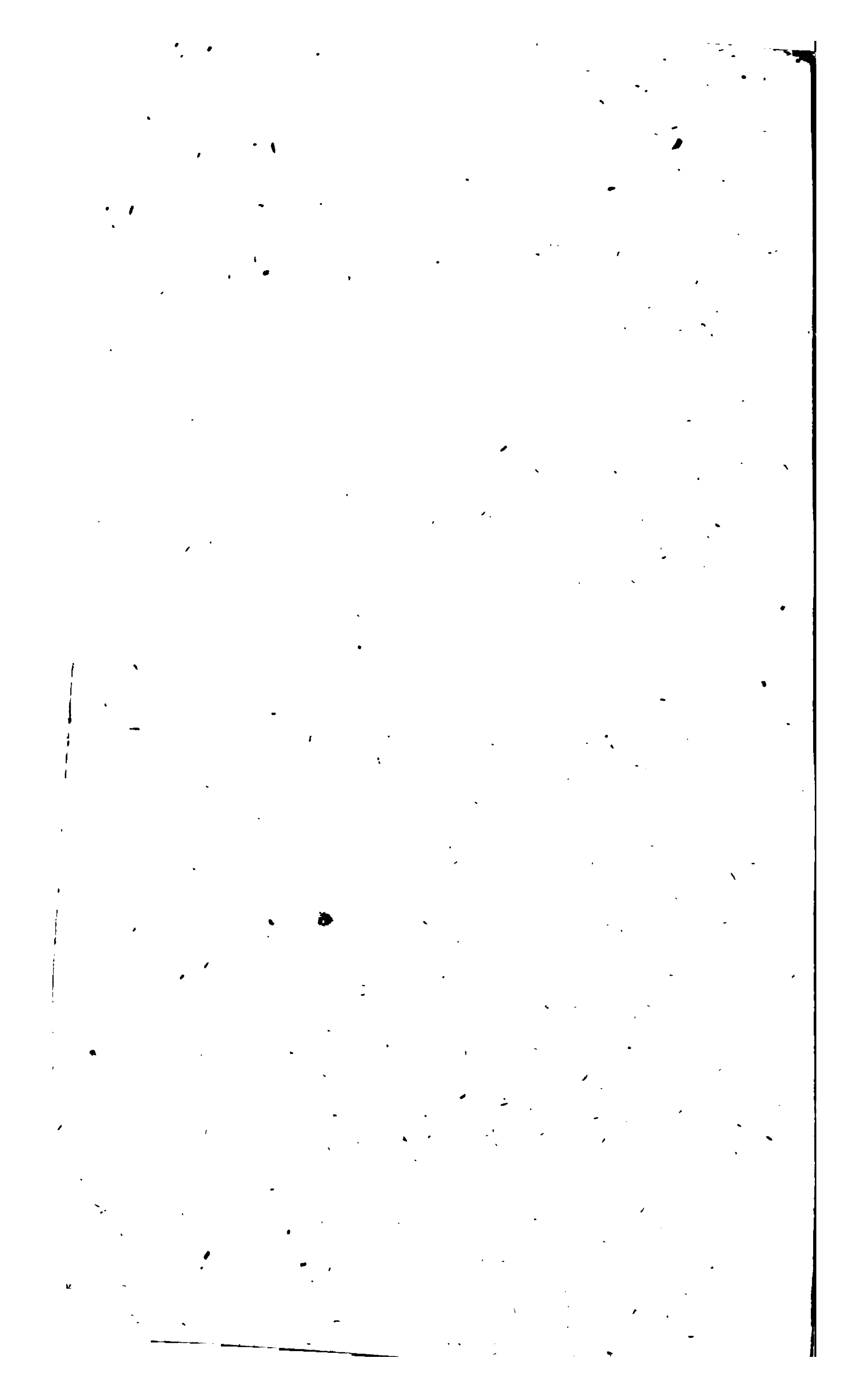
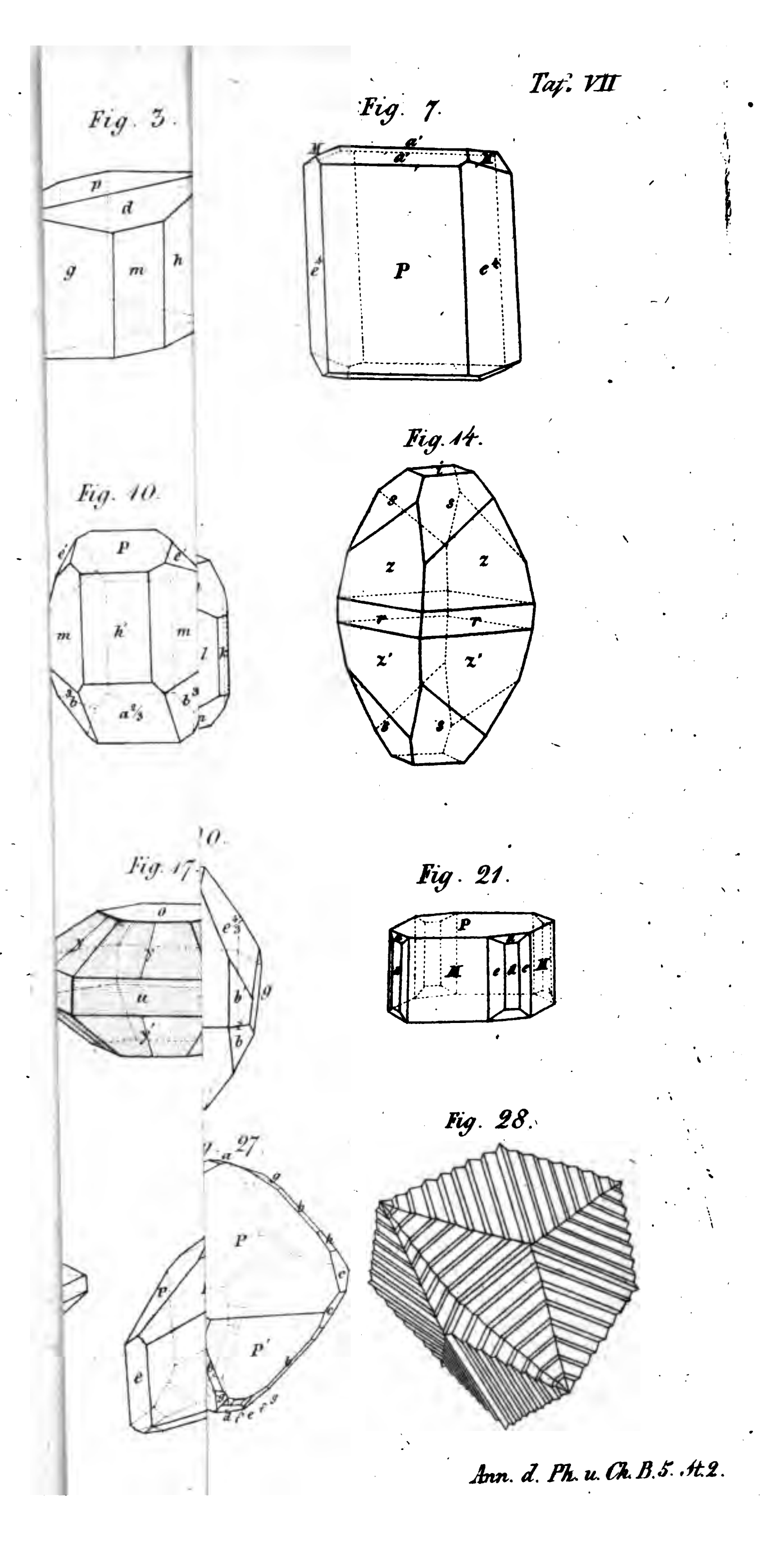
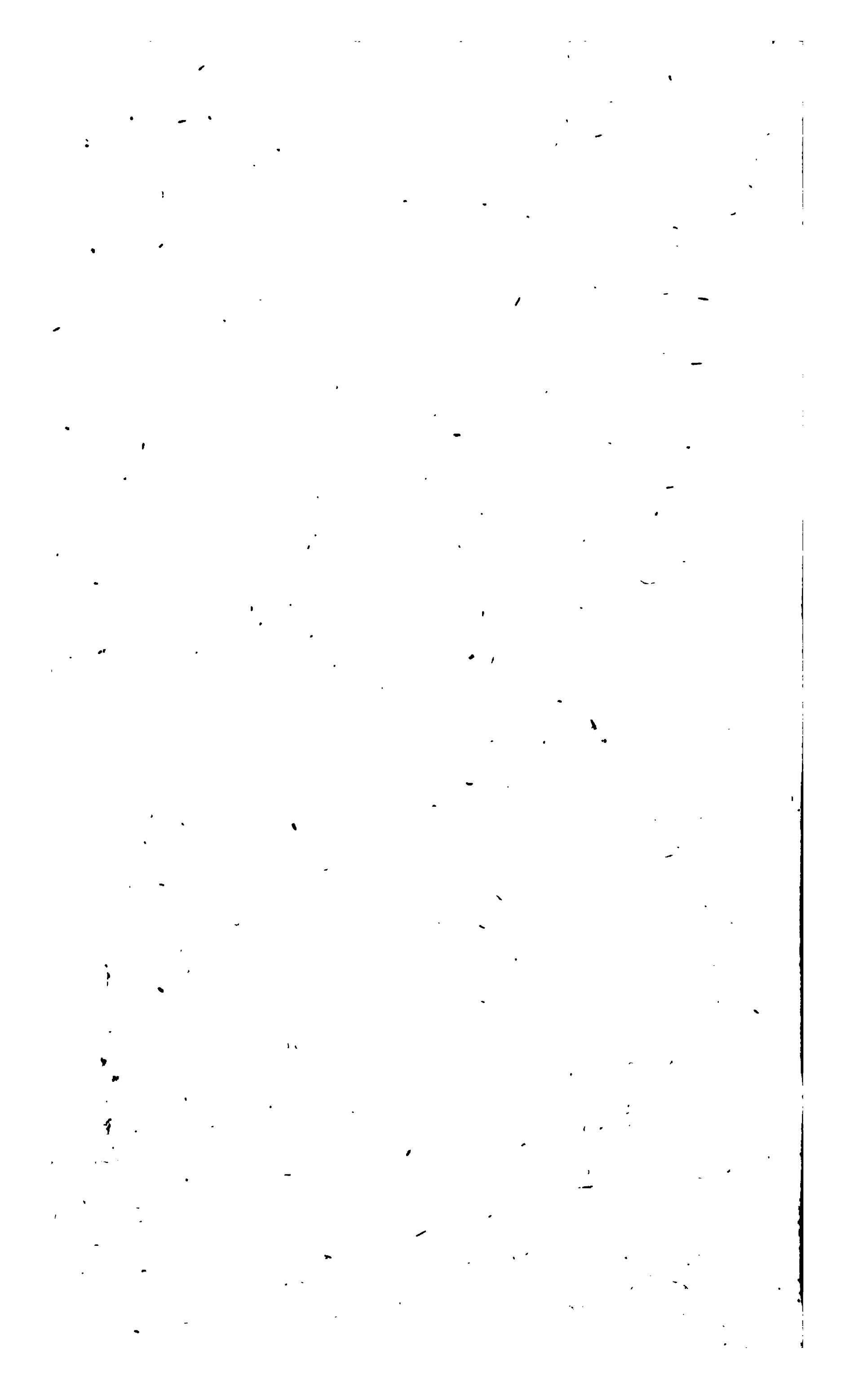
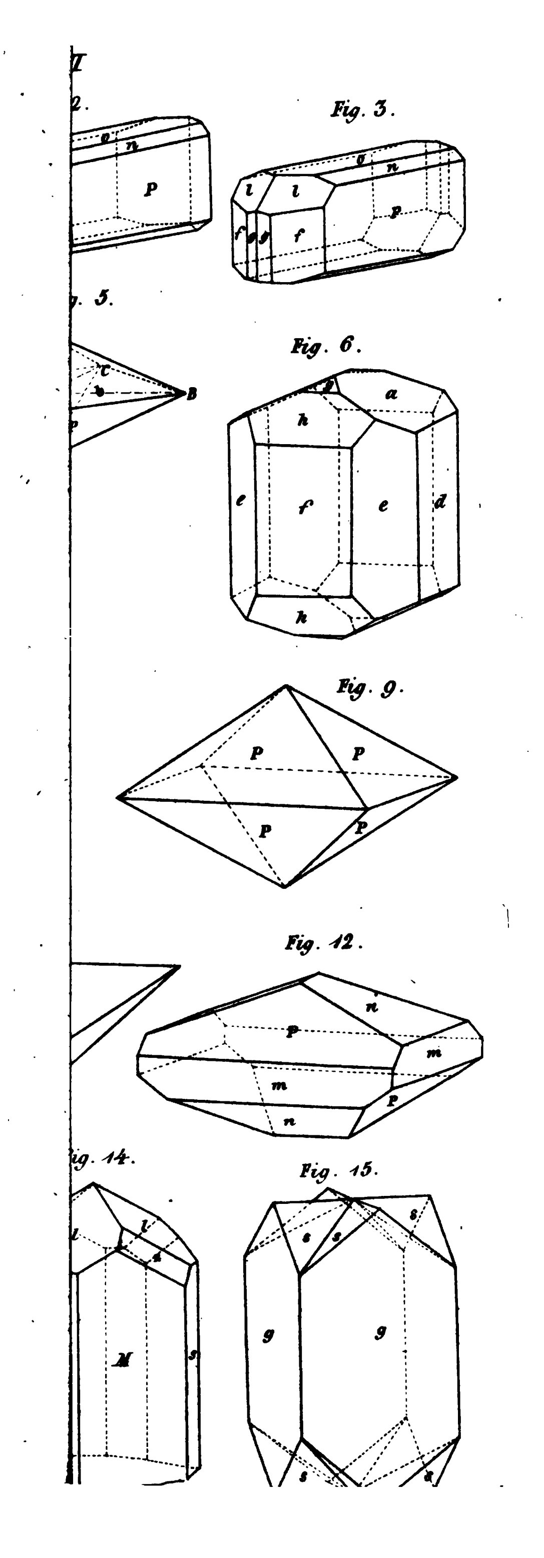



Fig. 1
b
1 Met.
b
a
d. Phys. u. Chem




Fig. 3.
p
d
g
m
h
Fig. 7.
P
Fig. 10.
P
m
h'
m
Fig. 14.
s
s
z
z
r
r
z'
z'
s
s
Fig. 17.
o
u
b
b
Fig. 21.
P
M
e
d
c
M
27
P
P'
e
Fig. 28.




II
2.
Fig. 3.
o
n
P
l
l
f
g
g
f
o
n
P
g. 5.
C
b
B
p
Fig. 6.
p
a
h
e
f
e
d
h
Fig. 9.
P
P
P
P
Fig. 12.
n
P
m
m
P
n
ig. 14.
l
l
s
M
s
Fig. 15.
s
s
s
s
g
g
s
s

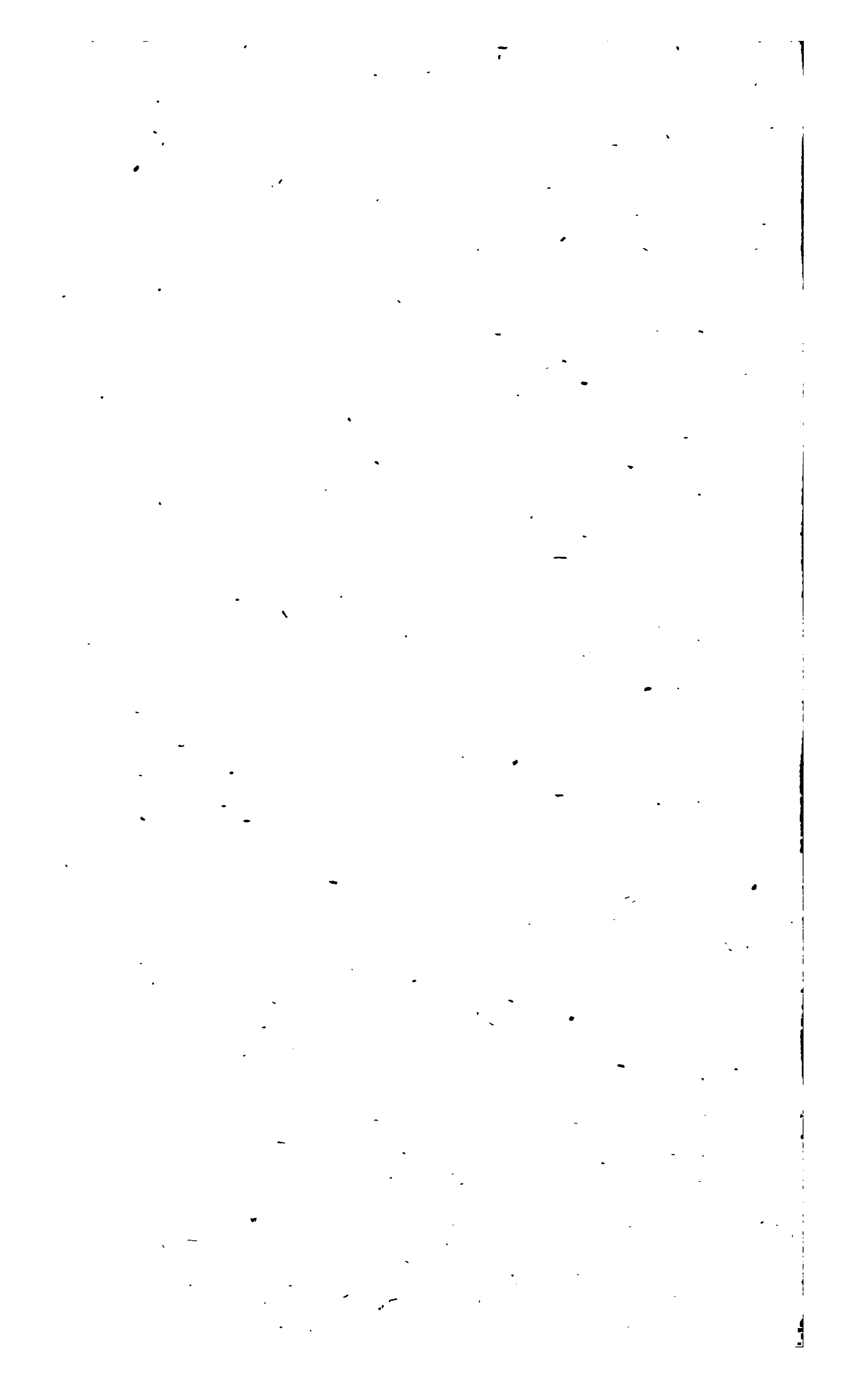
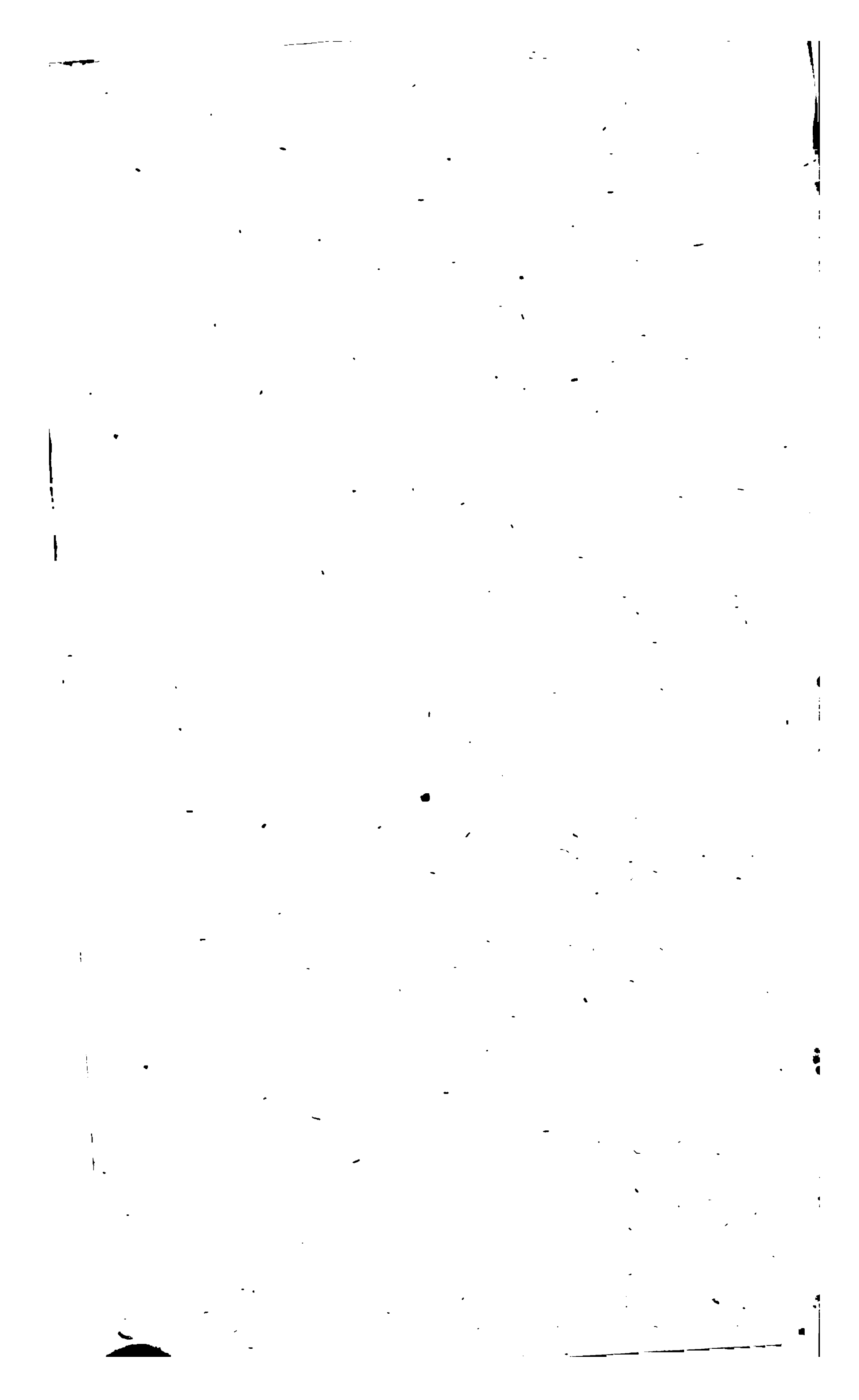
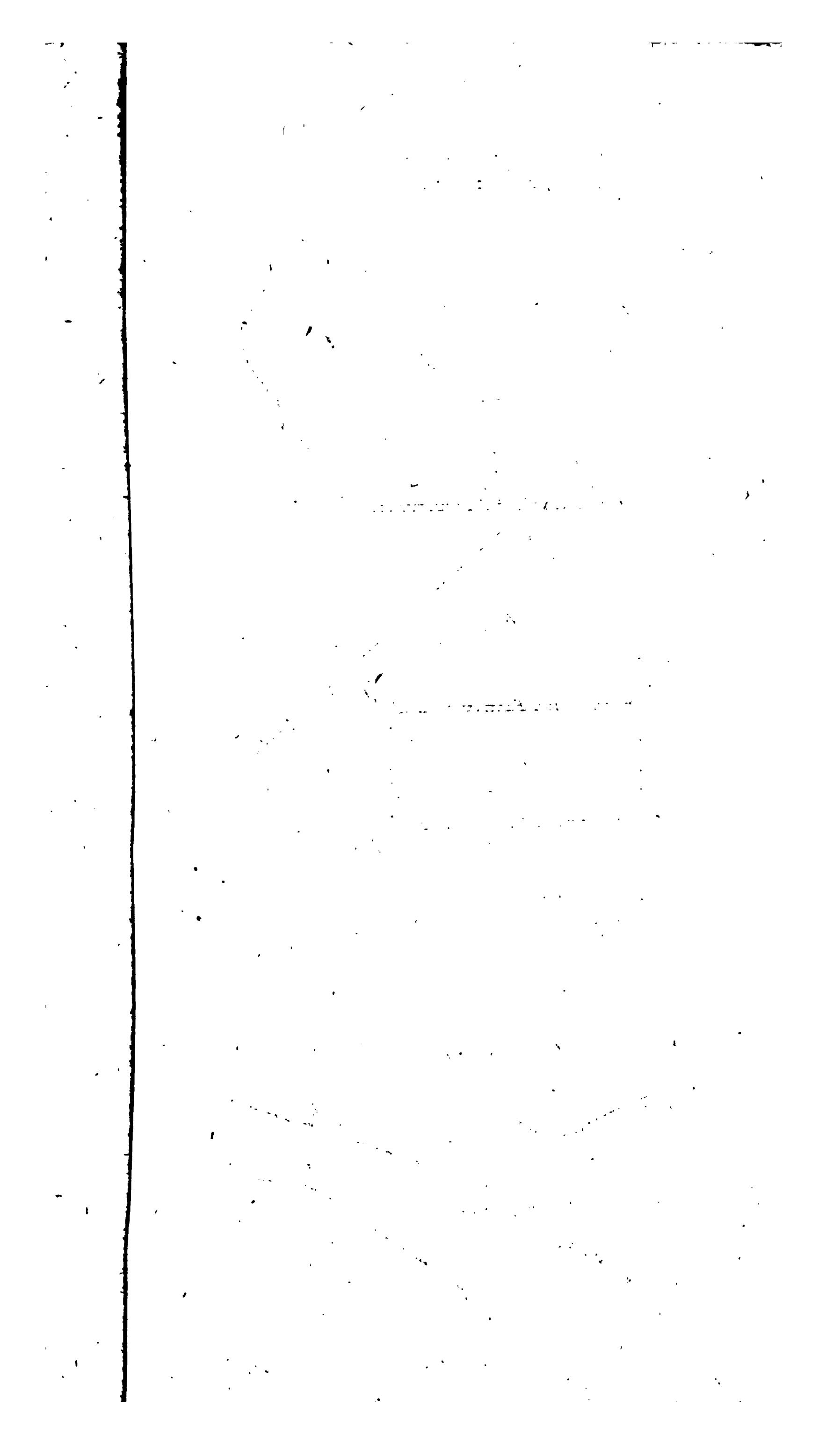


Fig. 4

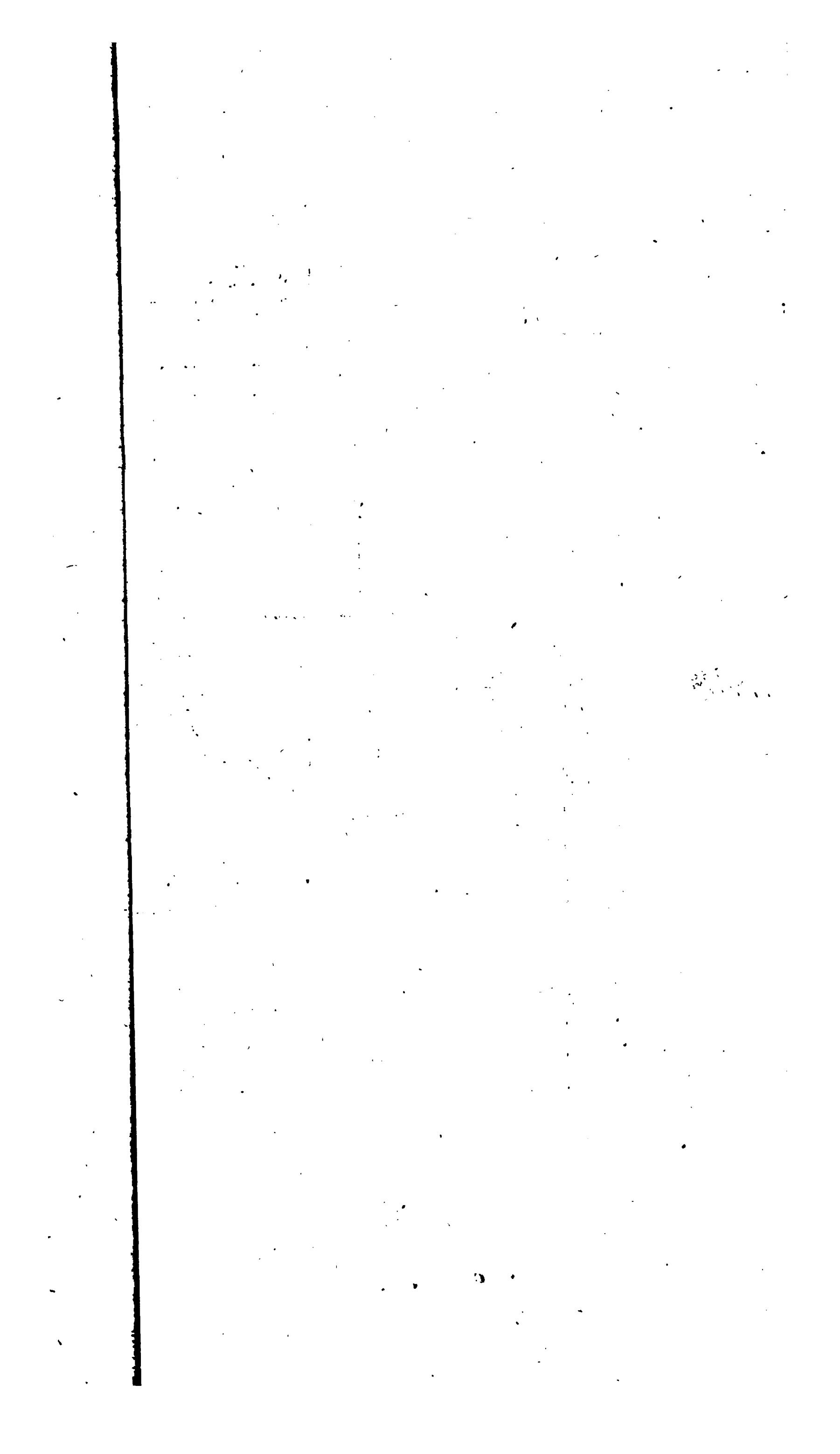
Fi

Phys. u

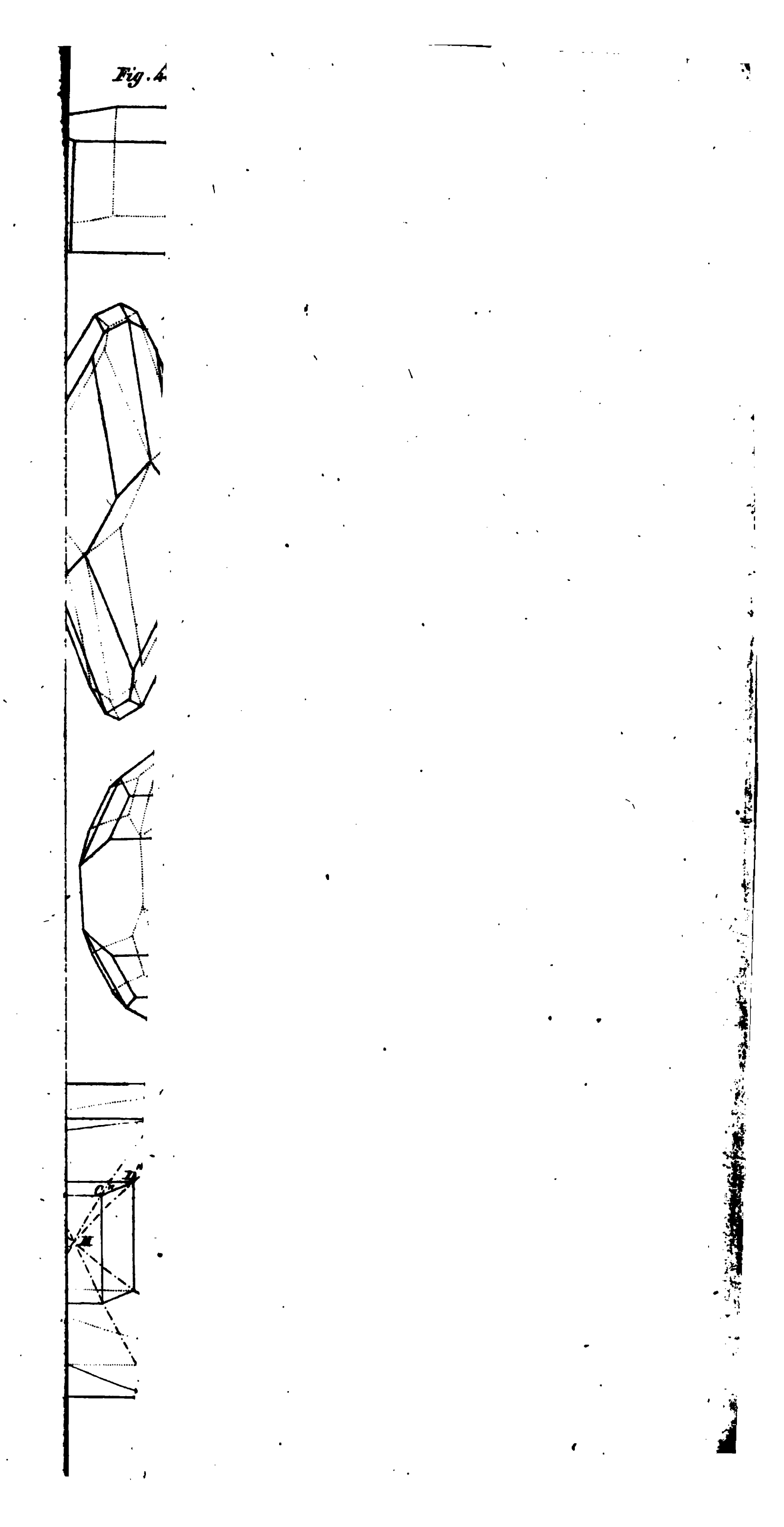




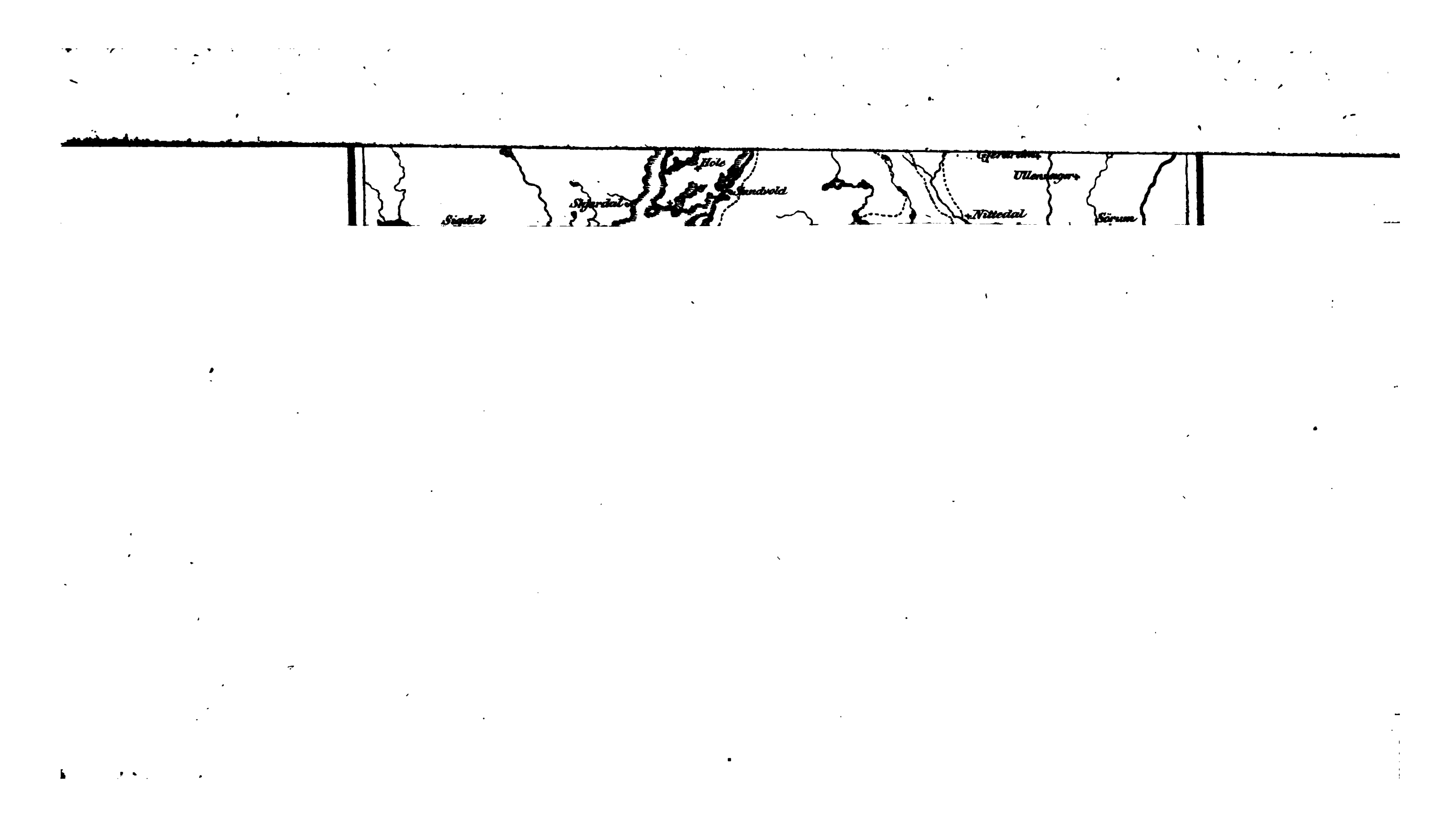











Sigdal
Sigerdal
Hole
Sandvold
Nittedal
Ullensager
Sörum

